Growing and managing alfalfa in Canada

Agriculture
Canada

Publication 1705/E

Canada

FRONT COVER, top to bottom Typical alfalfa leaf; field of high-quality alfalfa; leafcutting bee pollinating a flower raceme; and a root nodule, which fixes nitrogen.

Dedicated to Hugo Gross, friend and colleague

PUBLICATION 1705E, available from
Communications Branch, Agriculture Canada,
Ottawa K1A 0C7

© Minister of Supply and Services Canada 1982
Cat. No. A53—1705/1982 ISBN: 0-662-11808-1
Revised 1982 12M—5:82

Également disponible en français

Contents

Foreword /4

Introduction /5

Characteristics /6

Adaptation /7

Cultivars /8

Seeding /8

Weed control /10

Fertilizers /14

Crop management and winterkilling /17

Crop uses /19

Hay and silage /19

Pasture /20

Dehydrated products /21

Soil improvement /21

Seed production /22

Crop pests /28

Diseases /28

Harmful insects /47

Acknowledgments /49

Other related publications /49

Growing and managing alfalfa in Canada

B. P. Goplen
Research Station, Saskatoon, Saskatchewan

H. Baenziger
Research Station, Ottawa, Ontario

L. D. Bailey
Research Station, Brandon, Manitoba

A. T. H. Gross
Research Station, Brandon, Manitoba
(Deceased June 1979)

M. R. Hanna
Research Station, Lethbridge, Alberta

R. Michaud
Station de recherches, Ste-Foy, Québec

K. W. Richards
Research Station, Lethbridge, Alberta

J. Waddington
Research Station, Melfort, Saskatchewan

Foreword

Alfalfa, the "queen of the forage crops," comes close to the ideal cultivated crop in not only maintaining but improving the soil on which it grows, and in providing abundant nutritious sustenance as animal and human food. Alfalfa is the most popular forage legume grown in Canada and on a worldwide basis. It is adapted to a wide diversity of soil and climatic conditions and is grown in all provinces. It is estimated to be grown on 4–5 million ha in Canada. Alfalfa produces forage with excellent nutritional qualities and high digestibility — it is the standard of excellence against which all other forage crops are compared. Alfalfa will probably play an increasingly important role in the future, with supplies of fossil fuels diminishing and cost of nitrogen fertilizers increasing. The alfalfa plant is a miniature nitrogen factory, tapping the limitless nitrogen supply in the air and converting it into a form readily used by the plant. Furthermore, alfalfa is acknowledged by plant scientists to produce more protein per hectare than any other known crop, and its protein is almost equal to animal proteins in balance and quantity of amino acids that are essential in animal and human nutrition.

Because of the widespread interest in and use of alfalfa, this publication has been prepared by alfalfa researchers from across Canada. The information it contains is comprehensive and includes botanical and cultivar descriptions, general management and agronomy of the crop, and sections on insects and diseases with appropriate color photos to aid in their identification. The publication is intended to serve mainly as a

comprehensive guide for farmers and extension workers in growing and managing alfalfa throughout Canada. Special regional recommendations should be obtained from provincial departments of agriculture, from universities, or from research stations.

General guidelines to growing alfalfa are:

- Seed only the cultivars recommended for your area that have the advantage of higher yields, better disease resistance, and improved characteristics.
- Seed shallow into a well-prepared firm and weed-free seedbed.
- Seed in early spring.
- Inoculate the seed immediately before seeding.
- For seed production leafcutting bees must be used.

Trade names are used in this publication solely to provide specific information. This does not constitute endorsement by Agriculture Canada or a preference over similar or other products not mentioned.

Introduction

Alfalfa, the "queen of the forage crops," is the most popular and important forage legume grown in Canada. Called lucerne in many countries outside North America, it is thought to have originated in southwestern Asia with Iran as the geographic center of origin. Alfalfa was cultivated long before recorded history and is now found growing wild from the subtropical to the subarctic areas of the world. The oldest historical record indicates that alfalfa was cultivated and prized as a highly nutritious animal feed in Persia and Turkey more than 3300 years ago. The first recorded attempt to grow alfalfa in the United States was in Georgia in 1736. However, it was not until 1850, when "Chilean clover" was introduced to California from Chile, that its rapid expansion and growth in popularity began.

Alfalfa was first introduced to Canada in 1871. A shepherd accompanying some sheep imported from Lorraine, France, brought 1 kg of seed to a farm in Welland, Ont. This strain subsequently became known as Ontario Variegated and is still grown occasionally in Eastern Canada.

Successful culture of alfalfa in northern United States and Canada was not possible until the more hardy variegated strains of *Medicago media* (purple-flowered *M. sativa* × yellow-flowered *M. falcata*) were introduced. The earliest and most important of these introductions was by the German immigrant Wendelin Grimm, who brought 8 kg of *M. media*

alfalfa seed from his native Germany when he settled in Minnesota in 1857. After several successive severe winters in Minnesota, a very hardy strain eventually resulted and Grimm's alfalfa soon advanced successful alfalfa culture into the northern states and Canada. Further selection for winterhardiness by professors John Bracken and L. E. Kirk of the Field Husbandry Department, University of Saskatchewan, resulted in the distribution in 1926 of Breeder seed of the winter-hardy strain 666 of Grimm alfalfa.

Alfalfa is grown in every province of Canada. Although there is no reliable estimate of its total area, it was recorded by the 1976 Census of Canada that alfalfa was grown alone or in alfalfa–grass mixtures for hay on 2 614 000 ha. There is probably an equal or greater area used for pasture. In addition, a considerable area is devoted to the crop for green manure, silage, dehydration products, and seed production. Hence alfalfa is probably grown on 4–5 million ha in Canada.

Characteristics

Alfalfa, *Medicago* spp., is a bushy perennial legume that grows to a height of 60–100 cm. The leaves are 1.3–3.8 cm long and consist of three leaflets, with smooth edges, slightly toothed at the tip. The leaflets vary from nearly round to ovate (typical of *M. sativa*), through to obovate and lanceolate (typical of *M. falcata*) (Figure 1). Stems are slender, either solid or hollow. Flowers growing from leaf axils in clusters of 10–20 florets are usually blue or purple (*M. sativa*), but may be white or yellow (*M. falcata*) and occasionally bronze and green. Seed pods vary from sickle- or crescent-shaped to coiled in one to three spirals (Figure 2). The sickle pod has been almost eliminated by selection because it contains few seeds and shatters easily. Alfalfa seeds are small (465/g).

The roots of alfalfa are of four general types: tap, branch, rhizomatous, and creeping (Figure 3); all penetrate deeply, 3–9 m into the soil. Tap-rooted types have a main root and a narrow, protruding crown. Branch-rooted types have a moderately wide crown and a number of primary roots. Rhizomatous-rooted types spread from the broad crown by horizontal stems that may root at the nodes. Creeping-rooted plants have low crowns and develop horizontal rootstalks from primary roots 10–20 cm below ground. Shoots, which may become independent plants, develop from these rootstalks. The rhizomatous- and creeping-rooted types have a more protected crown and develop new roots more readily than the tap- and branch-rooted types. Creeping-rooted plants are more persistent under pasture management and general adverse conditions such as extreme cold and trampling by livestock.

Alfalfa has a terminal growing point; that is, growth develops at the tips of the stems and branches. When the growing points are cut, or damaged by grazing, frost, sprays, insects, or diseases, growth continues from leaf axillary buds below the cutting point. New growth is initiated from the crown buds of the root.

Alfalfa has the ability to tap the limitless nitrogen supply in the air through a symbiotic relationship with special soil bacteria of the species *Rhizobium meliloti* Dangeard. These rhizobium bacteria produce root nodules on the plant (Figure 4) and convert atmospheric nitrogen into a form readily used by the plant. This conversion process is called symbiotic nitrogen fixation. To ensure that the nitrogen-fixation process is active, alfalfa seed should always be inoculated just before planting (see subsequent sections on seeding and soil improvement). In regions where the soil is near neutral to slightly basic, the rhizobium bacteria persist well. However, acid soils that are low in lime content need liming before seeding, and special acid-tolerant rhizobium bacteria may be required for inoculation of the seed.

Adaptation

Alfalfa is adapted to a wide diversity of soil and climatic conditions in Canada. It is particularly well adapted to deep, well-drained and near-neutral soils. Alfalfa does not grow well in strongly acid soils and the application of lime is often necessary for successful culture. This crop is useful on slightly to moderately saline areas. Alfalfa has very little tolerance for poor drainage conditions. Poor drainage combined with extremes in climate or with plant diseases adversely influences the length of stand survival. Alfalfa must be winter-hardy to survive in Canada. In the Prairie Provinces alfalfa cultivars must be very hardy because of long, cold winters, variable snow covering, and often very dry conditions. In Eastern Canada and British Columbia, where the climate is less severe and moisture more plentiful, medium-hardy Flemish cultivars are preferred because of their rapid recovery and higher yields. Flemish alfalfa is earlier and usually has greater cold tolerance than other common *(M. sativa)* alfalfas. However, winterkill of all alfalfas occurs from icing-over or heaving of plants on poorly drained areas and heavy soils, and from alternate freezing and thawing.

Optimum temperatures for growth of alfalfa are 15–25°C during the daytime and 10–20°C at night; growth is restricted above 30°C. Alfalfa produces high yields of good-quality forage and is hardy, long-lived, and suitable for hay and pasture. It does well either alone or in mixtures with several other forage crops. A stand can produce one cut of hay in drier areas and up to four cuts in moister, longer-season areas.

In regions where moisture is deficient, alfalfa responds well to irrigation and usually produces over 9 t/ha. Alfalfa also produces high yields on soils where it can penetrate to the water table and obtain water during periods of drought. Water tables 3–5 m below the surface can be readily reached by alfalfa roots.

Cultivars

Alfalfa cultivars are licensed in Canada on the basis of results from tests for yield, winterhardiness, disease and insect resistance, and other agronomic characters. Any cultivar, once licensed, is eligible to be sold anywhere in Canada under its cultivar name. However, few cultivars are adapted to all regions of the country, and therefore you should follow the recommendations of your province or region in choosing a cultivar.

The potential production of alfalfa depends largely on the rate of recovery after cutting. Under ideal growing conditions, cultivars that recover quickly produce more than those that recover slowly. Therefore, select a cultivar that recovers quickly, but make sure that the climate is favorable for the one you choose. Where the climate is less favorable, choose slow-recovering cultivars, because they are generally more tolerant of cold and dry conditions. As a rule, grow the cultivar with the most rapid recovery, provided it persists and withstands the winters satisfactorily.

The cultivars listed in Table 1 appeared on provincial recommendation lists at the time this publication was being prepared. New cultivars are released periodically by public and private agencies, and therefore it is important to keep informed of changes in the recommendations. Seed of some older ones such as Grimm, Du Puits, Ranger, and Rhizoma may still be available in certain parts of the country, although these no longer appear on recommendation lists. Seed only the recommended cultivars, which have the advantage of higher yields, better disease resistance, and improved characteristics over older ones.

Use only pedigreed seed of the recommended cultivars to be sure of a proven, high-quality product that has good germination, is free from noxious weed seeds, and is adapted to your particular region. Use of nonpedigreed seed is not recommended, because such seed (i.e., Canada No. 1) cannot be identified by cultivar name.

Seeding

Always use pedigreed seed of a recommended cultivar. Choosing a recommended cultivar provides maximum yields and economic returns on your investment.

A carefully prepared seedbed is the key to successful alfalfa establishment. A good seedbed should be firm and free from weeds, and have moisture near the surface. A firm seedbed may be prepared by using a packer, rod weeder, or a harrow, if the soil is very loose. A firm seedbed may also be provided by undisturbed stubble or by natural packing of fallow land by rain or snow. The heel of your shoe should not sink more than 1 cm into the soil on a well-prepared seedbed. Soil moisture within 2.5 cm of the surface is essential: the small seedlings would have difficulty emerging through the soil if seeds were planted deeper to reach moisture. Preseeding tillage should be shallow to avoid loosening and drying of the

soil. Packing and firming of the soil allows moisture to move upward (the "blotter effect") and maintains moisture closer to the soil surface. On heavy clay, the soil should not be worked smooth because it may crust after rain and thus prevent seedling emergence.

Shallow seeding ensures good stands. One of the most common causes of failure in new seedings is sowing too deep. Plant at a depth of 1–2 cm. Seeds placed below 2.5 cm have difficulty in emerging and developing a satisfactory stand. This is a result of insufficient energy (food reserves) in the small seed to produce a seedling capable of reaching the soil surface in a robust state. If seeding equipment penetrates too deeply into the soil, have depth control flanges fitted onto the discs of the seed drill. Broadcast seeding is not recommended in the dry areas of the Prairie Provinces because the soil surface seldom remains moist long enough to allow the seeds to germinate and become established.

The best stands are obtained from early spring seeding; seed as soon as the land can be worked. Early seeding is particularly important on sandy and light loam soils because they have a low moisture-holding capacity. Early seeding takes advantage of spring moisture conditions and allows alfalfa seedlings to emerge and establish themselves before the first flush of weed growth. Seeding in late summer (mid-August) in the Prairie Provinces gives less than a 50% chance of successful stand establishment because of lack of moisture and possible killing frosts in early September. However, in Eastern Canada and British Columbia late-summer seedings are quite successful, as the fall season is generally long enough to allow the plants to develop sufficiently before winter. Well-developed plants stand the best chance of winter survival. In the Prairie Provinces, seeding may be done near the end of October, when it is too cold for the seeds to germinate; the practice is known as dormant seeding. This late-season seeding is often practiced when soil is difficult to work in early spring because of excess moisture. Thus the seed is in position to develop in the following spring, when moisture and temperature conditions are favorable for germination and seedling development.

Seeding rates and methods vary considerably across Canada. In Eastern Canada and British Columbia, alfalfa in pure stand is seeded at 12–14 kg/ha and in mixture with grasses at 9–11 kg/ha. It is usually seeded with a Brillion-type seeder or forage seeding attachment, which provides a solid stand. In the Prairie Provinces, however, alfalfa in pure stand in the semiarid areas is seeded at 4–7 kg/ha in rows 30–60 cm apart. In mixture with grasses, alfalfa is seeded at 1–4 kg/ha in rows 30–90 cm apart. On irrigated land, seed alfalfa at a rate of 9–11 kg/ha, either in rows 15–20 cm apart with a forage seeder, or broadcast. Consult with provincial authorities for local recommendations in your area.

As a general rule, alfalfa should be seeded alone, without a companion crop (refer to the following section on weed control).

Alfalfa seeds require inoculation. This is done by coating the seed with a prepared culture of the required strain of *Rhizobium meliloti* bacteria. Soils may contain rhizobium bacteria from a previous crop, but seed inoculation ensures nodulation. Keep inoculum in airtight contain-

ers in a refrigerator until used to avoid drying, which reduces viability of the bacteria. Inoculate seed immediately before seeding to avoid drying. If planting is delayed, the inoculated seed may be stored for a short period in a cool, dark place. After 3 or 4 days it is advisable to reinoculate. Acid soils should be first treated with lime before inoculated seed is sown. For detailed information on methods of applying inoculum, refer to Agriculture Canada publication 1299, *Legume inoculation*, and to instructions given on the culture packages.

In summary, the keys to successful seeding and establishment are:

- Use pedigreed seed of a recommended cultivar.
- Prepare a firm seedbed.
- Seed shallow, less than 2.5 cm deep.
- Seed as early as possible in the spring.
- Inoculate the seed immediately before seeding.

Weed control

Annual weeds can severely damage seedling stands of alfalfa. Weed competition can reduce alfalfa growth in the seedling year so that plants entering dormancy in the fall are small and weak. This reduces yields in the following year. If there is a very heavy growth of annual weeds, alfalfa seedlings may not survive. To introduce as few new weeds as possible to a field, use pedigreed seed, and to minimize the risk of a severe weed infestation, use the cleanest land available for the alfalfa crop.

Companion crops are often used for weed control and to provide some crop return in the year of establishment. Whether or not you use a companion crop is up to you. Remember that a more productive and stronger seedling stand usually results when a companion crop is not used. However, if you do plant a companion crop, sow it at one-half or less the normal rate as a first operation; this further packs and firms the soil. Then seed the alfalfa at the required shallow depth (1–2 cm), either crosswise or in alternate rows; this minimizes competition between the more vigorous companion crop seedlings and the delicate forage seedlings. Cereals such as wheat, oats, and barley are the most commonly used companion crops. They should be removed as hay or by grazing in midsummer to allow the alfalfa a long, unhindered period to grow and develop before winter.

Weed control in a companion crop–alfalfa stand is limited to a few herbicides. Alfalfa seedlings have moderate to good tolerance for most herbicides used to control grassy weeds, but only EPTC (trade name Eptam; Stauffer) and barban are registered for use on alfalfa for control of grassy weeds. Companion crops cannot be used with EPTC. Of the

herbicides commonly used on broad-leaved weeds, dicamba kills alfalfa, and 2,4-D, MCPA, and bromoxynil can cause very severe damage. The herbicide 2,4-DB usually gives good control of a range of broad-leaved weed seedlings with little or no damage to alfalfa. Alternatively, 2,4-D or MCPA have been used successfully where a thick weed canopy protected the alfalfa seedlings from direct contact with the herbicide.

Several herbicides can control weeds on alfalfa seeded alone. For grassy weeds such as wild oats, green and yellow foxtail, and barnyard grass, incorporate EPTC in the soil before you seed alfalfa. Barban may be used as a postemergence spray to control wild oats. Broad-leaved weeds such as wild mustard and lamb's-quarters can be controlled by applying 2,4-DB when the alfalfa has no more than four true leaves. When freed from weeds and unhindered by a companion crop, alfalfa can grow enough in the seedling year to produce one or two cuts of forage, depending on the area and moisture conditions.

Weeds can also be controlled by mowing. Wild oats or volunteer cereals can be included in silage. Weeds not suitable for feeding should be cut at an early stage of growth with a mower that does not leave a swath. Alfalfa seedlings will be killed if a swath is thick enough to block light. Mow at a height that removes most leaves from the weeds, that is, 8–10 cm above the ground. Mowing too high encourages the weeds to branch out and grow back.

Except in wide-row spacing for seed production, established alfalfa is a strong competitor with weeds. With an alfalfa plant population of 30–40 plants to a square metre, most weeds remain small and are only a minor component of the crop. Some annual weeds can be controlled with 2,4-DB applied at an early stage of crop growth in spring. A similar treatment in late fall, when the alfalfa is dormant, controls winter annual broad-leaved weeds. Do not use 2,4-D on established alfalfa. Even when 2,4-D is applied to dormant alfalfa or to plants with apparently no active visible growth, damage often appears during the next growth period, and yield and quality of forage are reduced. On the other hand, alfalfa has some resistance to 2,4-D and the chemical cannot be relied on to kill well-established plants where eradication of the alfalfa is the objective.

Simazine and terbacil are registered for fall application to dormant established alfalfa. Both are applied to the crop stubble without incorporation into the soil. Simazine acts by killing young seedlings of most plants. Terbacil controls seedling growth and kills established dandelions and sow-thistles when applied at the maximum recommended rate. Both chemicals leave residues in the soil that may damage other crops planted within 2 years of herbicide application.

Herbicides recently registered to control grassy weeds include pronamide (Kerb; Rohm & Haas) for use on dormant established alfalfa and diclofop (Hoe-Grass; Hoechst) on seedling stands of alfalfa.

Herbicide recommendations may change each year and they vary according to soil type and area. Refer to provincial bulletins for the appropriate and most recent recommendations on herbicide use for your particular area.

Table 1. Alfalfa cultivars recommended in Canada

Cultivar	Provinces for which recommended*						
	B.C.	Alta.	Sask.	Man.	Ont.	Que.	Atl.
Excellent cold tolerance							
Anik		x					
Drylander		x	x				
Kane	x	x	x				
Rambler	x	x	x	x			
Rangelander		x	x	x			
Roamer	x	x	x				
Very good cold tolerance							
Algonquin	x	x		x	x		x
Beaver	x	x	x	x			
Ladak	x						
Trek		x					
Good cold tolerance							
Anchor	x	x	x	x	x	x	x
Angus				x	x	x	x
Answer					x		
Apollo	x			x	x		
Banner				x	x	x	
Ceres					x		
Chimo		x		x			
Citation					x	x	
Classic					x		
Futura					x		
Iroquois					x	x	x
Magnum					x		
Narragansett							x
Pacer					x	x	
Pickstar				x	x		
Primal					x		
Saranac	x				x	x	x
Thor	x	x			x	x	x
Titan		x			x	x	x
Trident					x		
Valor					x		
Vernal	x	x	x	x	x	x	
Vista					x		
Warrior						x	
Weevlcheck					x		
WL215					x		
120					x		
520				x	x	x	x
524	x				x	x	

*Changes in recommendations on cultivars occur frequently.
Consult provincial extension authorities for the latest information on such changes.

Country of origin and Canadian distributor	Recovery after cutting	Resistance to bacterial wilt	Other characteristics
anada (public)	very slow	susceptible	*M. falcata* strain
anada (public)	slow	resistant	creeping rooted
anada (public)	slow	resistant	creeping rooted
anada (public)	slow	mod. resistant	creeping rooted
anada (public)	slow	susceptible	creeping rooted
anada (public)	slow	resistant	creeping rooted
Canada (public)	medium	resistant	
Canada (public)	medium	resistant	
N India (public)	slow	mod. resistant	
Canada (public)	medium	resistant	resistant to stem nematode
USA (OSECO)	rapid	resistant	
Canada (public)	rapid	resistant	
USA (Speare seeds)	rapid	resistant	resistant to phytophthora root rot
USA (OSECO)	rapid	resistant	resistant to phytophthora root rot
USA (Pioneer)	rapid	resistant	
USA (OSECO)	rapid	resistant	
USA (Maple Leaf Mills)	rapid	resistant	
USA (Maple Leaf Mills)	rapid	resistant	
USA (UCO)	rapid	resistant	
USA (MLM)	medium	resistant	
USA (public)	medium	resistant	
USA (Maple Leaf Mills)	medium	resistant	
USA (public)	medium	susceptible	
USA (Bishop Seeds)	rapid	resistant	
USA (General Seeds Co)			
USA (Pickseed)	medium	resistant	
USA (King Grain)	medium	resistant	
USA (public)	rapid	resistant	
USA (National NK)	rapid	resistant	
USA (OSECO)	medium	resistant	
USA (PAG seeds)	rapid	resistant	resistant to phytophthora root rot
USA (OSECO)	medium	resistant	
USA (public)	medium	resistant	
USA (Pickseed)	rapid	resistant	
USA (Northrup King)	medium	susceptible	
USA (UCO)	medium	resistant	
USA (OSECO)	medium	resistant	
USA (DeKalb)	medium	resistant	resistant to phytophthora root rot
USA (Pioneer)	medium	resistant	
USA (Pioneer)	medium	mod. resistant	

Fertilizers

The first step in proper fertilization of alfalfa is a soil test. General recommendations on fertilizer use are available from bulletins in all provinces. The requirements for fertilizer and the response of the alfalfa crop to fertilizer applications vary according to soil properties, water supply (irrigated or dryland), age of stand, and the type of management followed. Consideration of all factors, combined with information from soil tests, takes much of the guesswork out of the fertilization program.

Alfalfa, when properly inoculated and managed, obtains nitrogen from the nitrogen-fixing bacteria that develop nodules on the roots. These organisms, using energy obtained from the alfalfa, fix atmospheric nitrogen. Seedlings may require small amounts of additional nitrogen during the establishment period until they become nodulated and fixation of nitrogen begins. Too much nitrogen inhibits nodule formation. In alfalfa–grass mixtures, nitrogen fertilizer may be required to maintain a productive grass crop because alfalfa cannot transfer nitrogen directly to it. A mixture that contains at least one-third alfalfa or more should be fertilized as would be recommended for a pure alfalfa stand.

To maintain alfalfa at a high level of production, fertilization with phosphorus is required in most regions of Canada. It is particularly important in the seeding year to ensure good root development and seedling establishment, but it is also essential for maintaining high production of alfalfa throughout the life of a stand. Because phosphorus moves very slowly in the soil it is a good practice to place at least a part of the application in easy reach of the plant roots. For seedling establishment, phosphorus can be broadcast before seeding and worked into the soil at a depth of 7–10 cm, or it can be side-banded slightly below or to one side of the seed at time of seeding. Response to preseeding broadcast fertilization is poor under very dry conditions. On established stands the fertilizer must be applied as a topdressing. In some regions, broadcasting a large amount of phosphorus at seeding should be sufficient for the crop for several years. However, greater uptake and higher phophorus levels in the forage are obtained with annual applications at recommended rates. In acid soils and soils high in calcium, annual phosphorus topdressing is recommended, because the element is rapidly tied up and is unavailable to the plants.

Potassium can be a major limiting factor in alfalfa production because the crop feeds heavily on this element. It plays a vital role in many plant functions and affects such processes as storage of food reserves and development of cold hardiness in the fall. Most soils in the Prairie Provinces are naturally high in potassium. However, many of the coarse-textured and well-drained soils of the prairies, and most of the soils east of the Great Lakes and in the coastal areas of British Columbia, are deficient in potassium for alfalfa production. Where a soil test indicates the need for potassium, the fertilizer should be incorporated into the seedbed before planting. A measurement of the potassium level of the forage at harvest or a soil test, or both, should be carried out in

subsequent years to determine the need for additional potassium. Deficient levels of soil potassium have been found to be associated with increased winter injury. On the other hand, adequate levels of soil potassium were found to enhance nitrogen fixation and thus increased protein content of the forage. On established stands the element should be applied as a topdressing.

Sulfur is deficient in some Gray Luvisols and Dark Gray Luvisols in the Prairie Provinces and in many areas of interior British Columbia. Sulfur is an important element in nitrogen fixation and protein synthesis. Deficient levels of soil sulfur result in poor seed set of seed production stands. Sulfur may be applied at seeding as a broadcast and incorporated treatment or on established stands as a topdressing.

Most micronutrient deficiencies in alfalfa can be detected by soil tests or tissue analyses. Boron deficiency is one of the commonest, especially in the Atlantic Provinces but also in Quebec, Ontario, and British Columbia, and it can cause serious reductions in crop yield. Molybdenum deficiencies tend to appear most frequently in acid soils and have been recorded in the Atlantic Provinces. Deficiencies of other micronutrients, such as iron, copper, zinc, or manganese, are comparatively rare.

The difference between deficient levels and toxic levels of most micronutrients is very small, and therefore extreme caution should be used in applying micronutrient fertilizers. They should be used only when and as recommended by a soil specialist or qualified agrologist.

Lime is generally referred to as a soil amendment rather than a fertilizer because its main function is to correct soil acidity, although it does contain plant nutrients and makes other soil nutrients more available. Alfalfa is very sensitive to soil acidity because the microbial fixation of atmospheric nitrogen is inhibited in very acid soils. Alfalfa's yield is usually reduced when the soil pH is 6.0 or lower. Under most situations the best pH for alfalfa production is between 6.5 and 7.5. Liming of the predominantly acid soils of the Atlantic Provinces, Quebec, Ontario, and coastal British Columbia is essential. Soil acidity occurs on certain soils in central Alberta and in the Peace River region of Alberta and British Columbia. The need for lime can best be determined by a soil test. Lime reacts slowly with soil and is best applied during the summer or fall before an alfalfa crop is seeded. It should be thoroughly incorporated into the soil to a depth of 15 cm. When large quantities of lime are required for strongly acid soils, it is recommended that half the total amount be incorporated during each of two separate operations.

Abnormal leaf or plant symptoms often occur when certain nutrient deficiencies occur in the soil. Refer to the following chart as an aid in identifying the deficient soil element. Keep in mind, however, that a soil or plant tissue analysis provides the final answer for the deficient (or toxic) element.

Element	Deficiency symptoms
Boron (B)	Terminal leaves reddened and yellowed; often referred to as "yellow top." Internodes of terminals remain short so that leaves form a rosette, followed by death of terminal bud while lower leaves and branches remain green.
Calcium (Ca)	Mainly on acid soils. Plants are light green and stunted, stands are thin. Youngest petioles may collapse. Leaf margins die commencing on leaflet tips of immature leaves, which are initially blue green, then turn gray white. The affected margins curl up to form a characteristic funnel of the top of each leaflet. Aluminum and manganese toxicity may also occur on highly acid soils.
Copper (Cu)	Terminal leaf petioles show epinastic curvature (backward folding of leaflets along petioles), followed by withering and death of leaflets.
Iron (Fe)	Deficiency occurs rarely. Upper leaves first become yellowed between veins, later bleached yellow. Usually occurs only when soil has pH above 7.5, excess carbonates, and high moisture.
Magnesium (Mg)	More prevalent on acid, sandy soils and in wet seasons because magnesium is readily leached. Leaflets show yellowing between veins. Leaf margins are initially green, later become yellow and die. Symptoms progress from older to younger leaves.
Manganese (Mn)	Mn deficiency most evident on alkaline soils, especially those high in phosphorus. Initial symptoms are reduction in growth and yellowing in youngest leaves. Yellow shows first between veins, which remain green. Later, small light brown dead areas appear. Mn toxicity can occur in acid soils. Older leaflets become yellow around margin and small dead spots may develop.
Molybdenum (Mo)	On some acid soils rich in iron. Leaflets may show whitening of tips and wilting. Flowering usually restricted. Symptoms may also resemble nitrogen deficiency.
Nitrogen (N)	Leaves yellow, roots poorly nodulated, long and fibrous, plants stunted.

Phosphorus (P)	Symptoms often not well defined. Top growth stunted, stiff and erect, roots small and light brown. Leaves small and abnormally dark green. Leaflets fold together and undersides are purplish. Oldest leaves turn yellow and die.
Potassium (K)	Symptoms first appear on the older leaves as white spots (speckled), later dead areas develop around the outer edges of the upper leaflets. Under severe deficiency, size and number of spots increase and the leaves become brittle and dry, the lower leaves dropping.
Sulfur (S)	Yellowing of leaves, frequently observed on younger leaves first. Plants appear yellow and stunted; symptoms similar to phosphorus and nitrogen deficiency.
Zinc (Zn)	Occurs rarely. First symptom is upward curling of the youngest leaves. Deficient plants grow slowly and older leaves become slightly yellowed, then plants die from the top downward. New leaves, particularly those on tillers at the base of the plant, are progressively smaller and stiffer and their margins tend to roll inward.
Air pollutant damage	Alfalfa is sensitive to high concentrations of smog, sulfur dioxide, and ozone in the air. Symptoms range from yellowing of veins to yellowing of the entire leaf. Older leaves are more sensitive than younger leaves. Damage is most frequent near urban or industrial areas.

Crop management and winterkilling

Management to produce a quality product economically includes selection of cultivars; meeting fertility requirements; proper cutting schedules; and weed, disease, and insect control. Proper management throughout the life of the stand is essential because what happens in one year affects production in the following year. Autumn management of the alfalfa crop is probably the single most important aspect of management, affecting the health, vigor, and persistence of alfalfa.

Alfalfa, like all other perennial legumes, stores food reserves in its roots during the fall. Such food makes the plant resistant to low winter temperatures and is used to initiate new growth in the spring and after each harvest. Each region has a period in the fall when cutting or grazing weakens plants to the level where large numbers may be winterkilled or later yeilds may be greatly reduced. This period is known as the "critical fall harvest period," and is generally 4–6 weeks before the first killing

frost for your area (consult your provincial authorities). Leaf growth is needed during the critical fall period to synthesize carbohydrates for storage in roots and crowns. If fall cutting is practiced, the carbohydrate reserves in the roots are used to initiate new plant growth. As a consequence, plants may go into the winter low in essential food reserves. Having large food reserves in the roots and crown does not ensure that plants will survive the winter, but carbohydrates are the main source of energy for overwintering, and plants low in these food reserves are most likely to be injured or killed. Cutting after a killing frost is less hazardous than cutting before that time. Late fall cutting, however, removes the stubble that would catch and hold snow; the latter acts as an effective insulation blanket to protect the alfalfa during winter and early spring, thus providing additional insurance against winterkilling.

Stands that have been winter-injured need conservative management to keep them in a productive condition. Winter-injured plants are usually slow to start growth in the spring and are weak in appearance, yellowish in color, and poor in numbers of shoots. Most winter-injured plants of disease-resistant cultivars recover to near full production if the first cutting is delayed to the late bloom stage. Cutting at an immature stage may kill winter-injured plants or keep them in a weakened condition. However, delaying the cutting until full bloom allows the plants to heal their winter-injured tissues.

Winterkilling of alfalfa may be caused by cold alone, or low temperature may interact with a great many other factors, such as:

- Weather that is unfavorable for hardening off the plants in the fall.
- Alternate freezing and thawing of the ground during the winter or early fall.
- Surface icing during the winter or early spring.
- Winters that are longer than the normal dormancy period.
- Long periods of drought in the summer and fall, causing plants to dry out before or soon after winter starts.
- Disease infection, causing weakening of the plants. Well-nourished alfalfa stands are better able to resist and recover from the ravages of diseases often associated with winterkilling.
- Poor management during the growing season and in the fall, resulting in plants going into the winter within adequate root reserves for the long period of dormancy.
- Choice of a nonhardy cultivar.

It is difficult to determine the exact cause of winterkilling. The best safeguard is to grow winter-hardy cultivars wherever winter injury occurs often (Figure 5).

Crop uses

Hay and silage

Alfalfa harvested as hay or silage can produce high yields of the most palatable forage for farm animals. At the same time it produces forage with excellent nutritive qualities and high digestibility. To obtain maximum returns from alfalfa, correct management in growing, harvesting, and storing the crop is essential. Alfalfa is usually cut once or twice each year in the Prairie Provinces, while in the moister areas of British Columbia, Ontario, Quebec, and the Atlantic Provinces, three or four harvests are possible. Alfalfa in pure stands produces high-protein hay or silage to supplement corn silage as an economical farm-grown dairy ration. However, its main use is as a roughage for farm livestock. It is obvious that management must be tailored to the region in which the crop is grown and to the intended use.

Time of cutting As the alfalfa crop progresses through the vegetative, bud, and flowering stages, important changes take place in some of the quality components; for instance, protein content decreases, digestibility decreases, and dry-matter yield increases. If the alfalfa is to be used as a protein supplement, cutting at the early bud stage is most appropriate; if it is to be used as the main roughage in a ration, cutting at the 10% bloom stage is recommended.

Preservation The objective is to preserve the highest possible proportion of the nutritive value of the standing crop. At cutting time as much as 50% of the dry-matter yield and 70% of the protein yield are contained in leaves. Leafiness is associated with quality. Aim to preserve as high a proportion of the leaves as possible. Leaf loss is a problem, particularly when alfalfa is preserved as field-cured hay. Leaves may be lost because they dry faster than stems, become brittle, and break off, or they may lose their nutritive value because of adverse weather. Preserving alfalfa as silage reduces the chances of significant leaf loss. Use hay conditioners that crush the stems and allow faster and more uniform drying to minimize leaf losses.

Storage At cutting time, alfalfa contains 70–80% moisture. For safe storage as hay the moisture content must be reduced to 20–25%. Hay stored at too high a moisture content heats up and supports growth of molds. This leads to a loss of feeding value. To reduce the time of exposure, curing in the field combined with forced-air drying in a barn has distinct advantages, particularly in the more humid areas of Canada.

Alfalfa stored as silage is becoming increasingly popular because more of the nutrients in the crop are preserved in silage than in hay. However, ensiling green material with more than 70% moisture leads to leaching losses and possibly to incorrect fermentation. Because nutrient loss is at a minimum, production of wilted silage (60–70% moisture) or haylage (45–60% moisture) has become the most popular harvesting and

storage system. As the moisture content of the ensiled material decreases, increased attention must be paid to firm packing in the silo to exclude air; otherwise significant storage losses of nutrients and digestibility of the silage can occur. Crops that have a naturally high level of soluble carbohydrates, such as corn, ferment rapidly, producing a good deal of lactic acid, a low pH, and a high-quality silage. However, alfalfa has a low level of carbohydrates and thus does not lend itself as readily to rapid and good natural fermentation. Also, the high protein level acts as a buffer against the desired rapid lowering of pH for good fermentation. Additional carbohydrates may be added from very diverse sources: cereal grains, dried whey, dried beet pulp, and molasses. For example, carbohydrates in the form of molasses (2–5%) or grain (5–15%) have been recommended and used in alfalfa silage for more than 50 years. All these materials improve the fermentation pattern and the feeding value of alfalfa silage.

Pasture

Beginning with its Asiatic origin as a range plant, alfalfa has long been recognized as a superior pasture legume for many classes of farm livestock. The main advantages of alfalfa are:

- High carrying capacity and high dry-matter and protein yields.
- Outstanding animal performance resulting from high voluntary intake.
- Excellent as a source of calcium, magnesium, and phosphorus.
- Drought resistance and recovery when moisture becomes available.
- Long life as a perennial.
- High yield potential on irrigated land.
- No requirement for nitrogen fertilizers, as it obtains its own by symbiotic nitrogen fixation.

Alfalfa offers greater flexibility for the livestock producer than most other pasture legumes. Because of its upright growth habit and rapid recovery, it may be harvested as hay, silage, or haylage, as well as used for pasture. This flexibility is particularly important in Canada where stored feeds are utilized for portions of the year. Alfalfa is a long-lived perennial and persists for many years if managed properly. In addition, its drought resistance provides a more uniform seasonal growth pattern than most other legumes and grasses grown in Canada. The relatively recent development of creeping-rooted and rhizomatous pasture types of alfalfa has been important in expanding its usefulness as a pasture crop. The underground crown of the creeping-rooted alfalfas is less subject to the extremes of the cold aboveground winter temperatures and to damage from animal trampling and machine travel.

Alfalfa plants require rotational grazing with a 35- to 42-day recovery period to maintain good stands for more than 2 or 3 years. Continuous grazing, unless at a light stocking rate, inevitably results in stand losses in

all areas. Autumn recovery growth must occur before killing frost in order to maintain stands.

Alfalfa may cause bloat in ruminant animals on green pasture. In addition to actual losses from bloat, an even greater economic loss occurs because the fear of bloat limits use of this high-yielding legume in pasture. Alfalfa is often grown in mixture with adapted local grasses, so that grass forms at least half the mixture, to avoid problems of bloat. Other precautions are to avoid grazing immature stands; never to turn hungry animals out into lush stands of legume but rather to let them fill up first with a dry roughage; and to send chronic bloaters to the feedlot. The ultimate solution will be the development of bloat-safe alfalfa cultivars. Research and breeding efforts toward this objective have high priority among the research investigators of Agriculture Canada.

Dehydrated products

The high quality of alfalfa is best retained when it is processed into dehydrated products. These include cubes, pellets, and leaf protein concentrate, all of which are marketable on the basis of consistent quality of protein and provitamin A content. Their use makes it easier to mechanize mixing and feeding operations and ensures full use of the plant material produced.

Production of dehydrated products is not an on-farm operation but a factory-type enterprise. The enterprise must, however, be closely associated with farm production, because the cost of hauling the alfalfa from field to factory determines the economics of the operation.

Production for dehydration offers several advantages to alfalfa growers. They include quick crop removal regardless of weather conditions, no trampling of regrowth by livestock, costs of labor and harvest equipment met by the processor, no bales or stacks where weeds may develop, and sale as a contract cash crop.

"Alfalfa dehy" in maintenance, grower, and finishing rations for cattle and sheep is comparable to other protein supplements for rate of gain and feed conversion. For horses it is highly regarded as a source of protein, minerals, and particularly calcium and vitamins.

Cubes and pellets are basically a packaging of hay, which reduces losses of plant material and aids mechanization, transportation, and marketing. However, production of leaf protein concentrate (LPC) entails separation of protein concentrates from whole-plant juice that has been pressed out by rupturing the cells of the green plant material. This is a factory-type operation that produces a product suitable for human consumption. LPC production is at the stage of research and pilot plant operation, but it may become a commercial reality in the current century.

Soil improvement

Alfalfa is seldom used exclusively for a cover or a green manure crop, yet it is recognized as one of the most important soil-improving crops when used in rotations. Its deeply penetrating taproots open up the

subsoil, and when the roots decay numerous channels are formed that improve the circulation of air and the percolation of water.

Alfalfa, when properly inoculated, requires no fertilizer nitrogen. Atmospheric nitrogen in the soil spaces is fixed by bacteria in the nodules and is used by the plants. Thus, when the crop is used as a "green manure" it replenishes the soil reserves of nitrogen, other plant nutrients, and organic matter. These conditions result in more productive soils that also have improved structure and drainage and that require less energy to till. Alfalfa can gather considerable quantities of plant nutrients from the subsoil. When the crop is turned under and decomposes, the nutrients that are liberated are concentrated in the upper layer of the soil. Succeeding shallow-rooted crops can then use these nutrients, which otherwise would not have been available.

Seed production

Successful production of alfalfa seed depends on cross-pollination by bees (Figure 6). Several bee species, including honey, bumble, and alkali bees, have been used as alfalfa pollinators throughout the world, but they have been used with little success in Canada. Some species of native leafcutting bees are our most effective pollinators, but their numbers have declined as their normal habitats were disturbed or destroyed by agricultural activities. At present, few areas support enough native bees to pollinate alfalfa adequately.

Fortunately, the introduction of the alfalfa leafcutting bee, *Megachile rotundata* (Fabricius), of Eurasian origin, has revived the alfalfa seed industry in Canada. Use of the alfalfa leafcutting bee as a pollinator has made alfalfa seed production a highly specialized agricultural industry. The seed producer, unless he uses custom-pollinating services, must become expert not only in managing alfalfa seed stands but also in managing the bees to pollinate them.

Apart from the value of the seed crop, the bees themselves are a valuable commodity. They require an investment in equipment and facilities to be managed properly and profitably. Among the costs to be considered are those relating to storage and incubation of bees, control of their parasites and predators, and construction of hives and shelters. The population of bees can be increased in favorable seasons, and there is generally a ready market for surplus bees. Income from the sale of bees is often equal to that from the sale of seed.

Management of the alfalfa leafcutting bee requires close adherence to a set annual routine. The bees are overwintered as cocoons stored at a temperature of about 4°C. They are then incubated for a period of about 3 weeks at 30°C, their emergence being timed to coincide with the flowering of the alfalfa crop. After a female emerges from her cocoon, she mates, begins building a cell made from leaf cuttings, and deposits an egg in the cell. She constructs successive cells in tunnels that are formed from grooved boards of laminated wood or polystyrene (Figure 7). These nesting materials are grouped in shelters placed at intervals in the field to

be pollinated (Figure 8). For intensive production of alfalfa on irrigated land, about 50 000 bees per hectare are provided, and each shelter serves about 1.2 ha. Fewer bees are required for dryland seed production. The bees pollinate the alfalfa flowers as they collect pollen and nectar, which serve as food for the larvae that subsequently develop within the cells. The full-grown larva spins a cocoon in its cell. At the end of the season the cells are removed from the tunnels and are stored over the winter to complete the cycle.

The management requirements of the alfalfa crop for seed production differ from the requirements for forage production. Stands should be sparser than for forage because crowding of plants results in lower seed yields. Optimum plant spacing can be achieved by establishing the crop in rows. Space rows at least 60 cm apart under irrigation; wider spacings are advisable on dryland. Density of plants within the rows should also be kept low: at 60-cm row spacings, a seeding rate of 1 kg/ha will give a thick enough stand for seed production. Even with row spacing and thin seeding a stand may become too dense within the first 2 years after establishment, and so some form of thinning is necessary. Row spacings and thin stands make it easier not only to maintain optimum soil moisture but also to apply herbicides, insecticides, and drying agents more effectively.

Because of the high value of both the seed crop and the leafcutting bees, a large proportion of Canada's alfalfa seed production is on irrigated land. Irrigations should be scheduled for application before the bloom stage, to maximize flowering, but should be restricted during pod and seed formation to discourage new vegetative growth.

Weed control is of critical importance in alfalfa seed fields. Stands for seed should be established only on land free from troublesome perennial weeds such as Canada thistle, sow-thistle, and quack grass. Most weeds can be controlled by a combination of row cultivation and use of herbicides. Current recommendations should be obtained from a provincial extension or weed specialist. Seed yields may be seriously reduced by improper choice and application of herbicides.

Insect pests, including alfalfa weevils, grasshoppers, lygus bugs, and alfalfa plant bugs, may damage seed crops in some years and locations. Spring burning of alfalfa seed fields can help control lygus and plant bugs but this practice can deplete soil organic matter. Several insecticides are registered for use on seed crops but should be used only when insect populations are high enough to cause economic levels of damage. Bees are very sensitive to most insecticides, and so caution must be exercised in the timing and rates of application.

Swathing is not safe in many seed-growing areas because of the problems caused by high winds. Use a drying agent such as diquat (Reglone; Chevron Chemicals), followed by straight combining. Careful attention to adjustment of settings on the combine is important, as seed can be lost in the harvesting operation. As a general guide, the concaves should be set at 6 mm spacing and the cylinder speed set at 1800 rpm. Adjust wind controls to direct wind toward the back of the screen, because

this assists separation of chaff from seed and prevents unnecessary turbulence on the screen. A round-hole 3-mm bottom screen is preferred. Combines that return unhulled seed to the cylinder to be threshed again produce the best threshing operation.

Canada produces a small proportion of its own alfalfa seed requirements. Current seed production is concentrated in the three Prairie Provinces, with the remainder (less than 5%) in Ontario and British Columbia. Potential for seed production is greatest on irrigated land in the southern prairie region, where the high daytime temperatures allow maximum flying time for the alfalfa leafcutting bees. This does not mean that seed cannot be produced profitably farther north and in other areas of Canada. Yields will be less where the flowering period is shorter and where bees are active for a shorter time each day.

Seed yields of 300–900 kg/ha can be attained under irrigation in the southern prairie region. Without irrigation, yields of 150–300 kg/ha may be considered satisfactory.

More detailed information on management of the crop and management of leafcutting bees for alfalfa seed production is readily available. Contact the Research Station at Lethbridge, Alta., or provincial extension offices, for Agriculture Canada publication 1495, *Alfalfa leafcutter bees for pollinating alfalfa in Western Canada*, and for other updated information. Leafcutting bee associations in the provinces of Alberta, Saskatchewan, and Manitoba are also good sources of information on various aspects of alfalfa seed production.

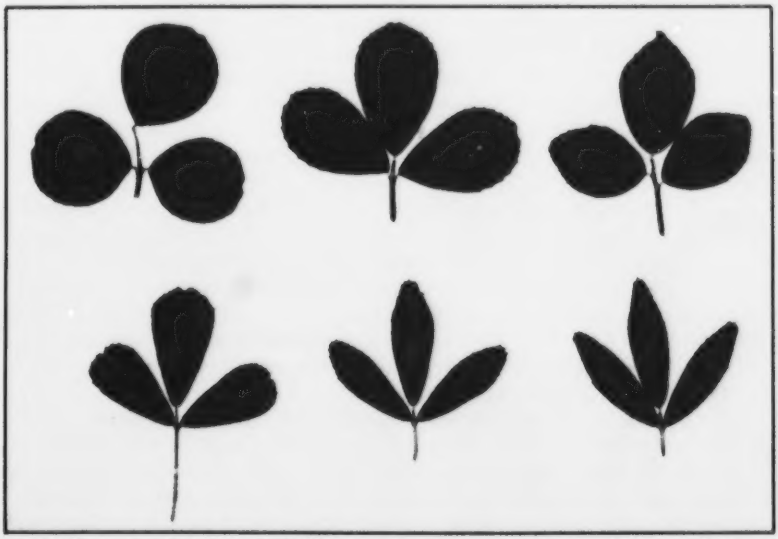


FIGURE 1 Leaf types of alfalfa, ranging from nearly round (upper left) to lanceolate (lower right).

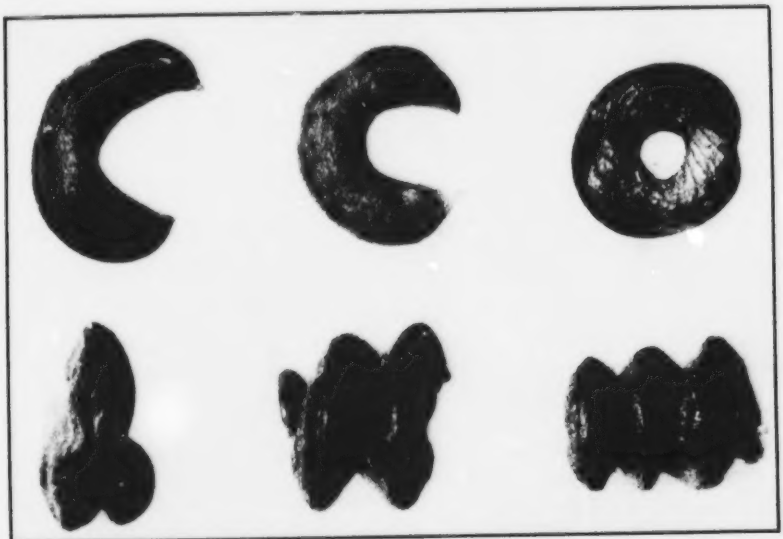


FIGURE 2 Pod types of alfalfa, ranging from the sickle type (upper left) to the triple-coil type (lower right).

FIGURE 3 Root systems of alfalfa. Left to right: tap, branching, rhizomatous, creeping.

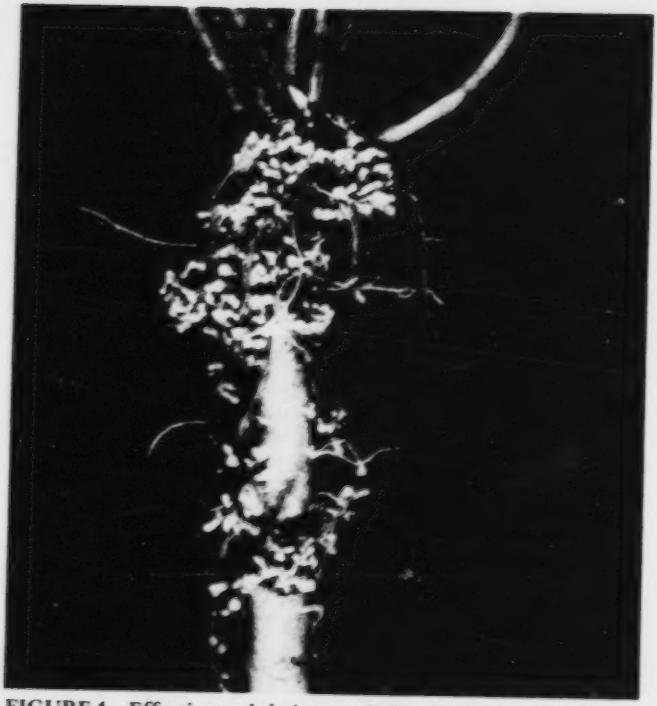


FIGURE 4 Effective nodulation on alfalfa *(Medicago sativa)* (courtesy J. Burton).

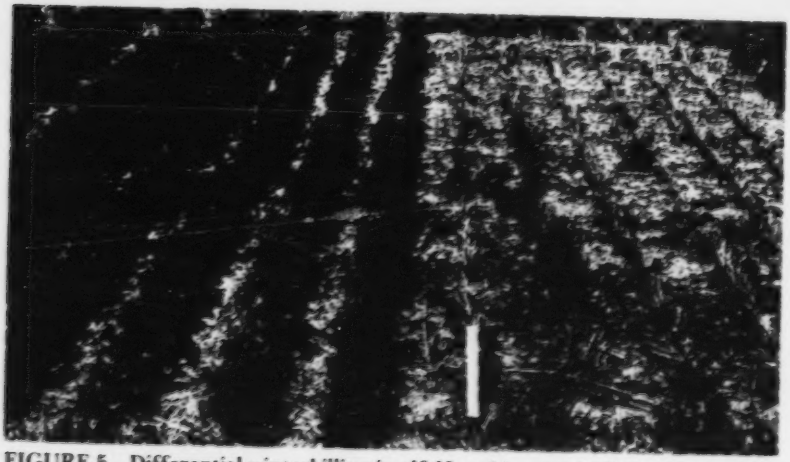


FIGURE 5 Differential winterkilling in alfalfa cultivars at Swift Current, Sask., showing (left) Rambler and (right) Du Puits.

FIGURE 6 Alfalfa leafcutting bee tripping an alfalfa flower. The flower is cross-fertilized by pollen that the bee carries from other flowers.

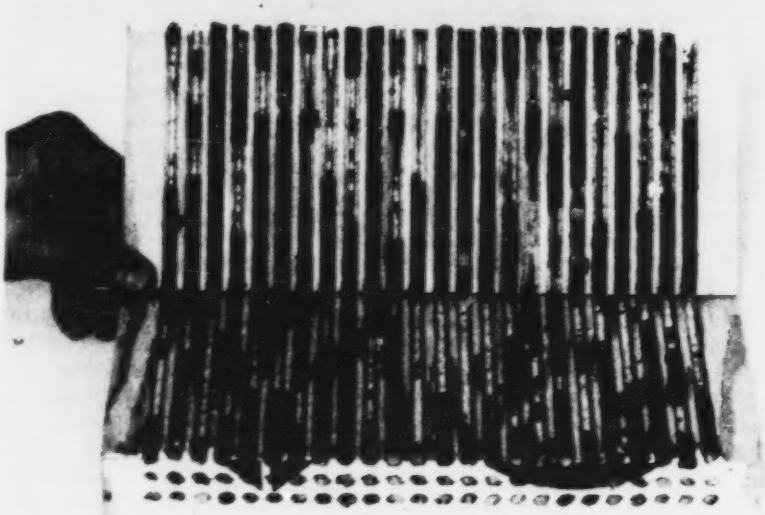


FIGURE 7 A split tunnel of a bee domicile, showing construction and cells that contain the cocoons. The tunnels are 6 mm in diameter and about 110 mm deep.

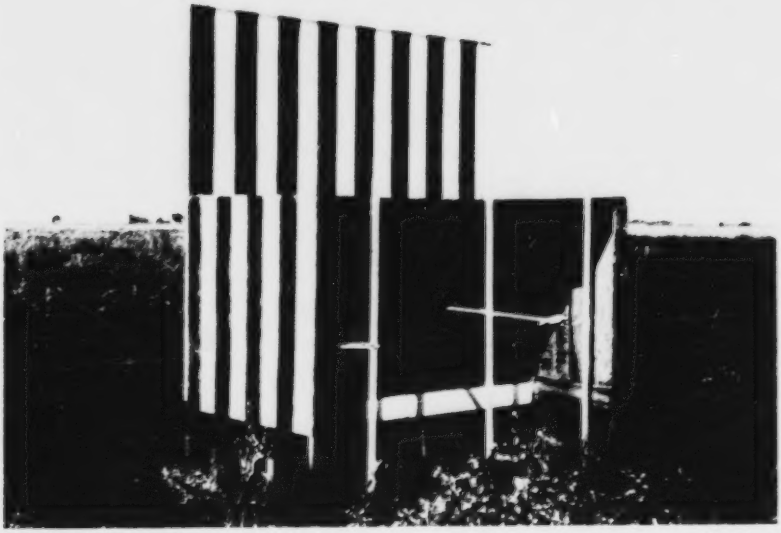


FIGURE 8 Shelter containing hives for alfalfa leafcutting bees. Vertical-extension reduces wind turbulence within shelter; stripes aid bees in locating "home" nesting site.

Crop pests

Diseases

Alfalfa is attacked by many fungi, bacteria, viruses, and nematodes. They inflict millions of dollars worth of damage annually by reducing the yield and quality of forage. Diseases on roots and crowns of alfalfa tend to cause more severe losses than those on leaf and stem tissues because injured root and crown tissues are often very susceptible to winterkilling.

Not all the diseases described here and illustrated in Figures 9–23 are of economic importance throughout Canada. Some diseases occur rarely, if at all, in certain regions. The frequency and severity of most diseases vary from one season to another, depending on temperature, moisture conditions, and other factors. The use of resistant cultivars and proper cultural and management practices are the principal means of keeping down losses from disease. Crop rotations are helpful in reducing the incidence of many soil-borne diseases, and early cutting may reduce losses, particularly from leaf diseases. Practices that promote vigor and persistence of alfalfa stands help plants to resist or overcome diseases.

Bacterial wilt This disease (Figure 9), caused by *Corynebacterium insidiosum* (McCull.) Jensen, is most common in the irrigated districts of Western Canada. It can also be found in Ontario, but rarely elsewhere in

Eastern Canada or on dryland west of Ontario. Although bacterial wilt was once a very serious problem, it is now much less significant because highly resistant cultivars are available for all regions.

The first symptoms appear in the roots, where a yellowish orange to pale brown discoloration develops in the woody layer immediately beneath the bark of the main roots, in contrast to the creamy white appearance of healty roots. The discoloration appears as a ring in cross section and eventually spreads throughout the woody root. Symptoms in the tops are stunting and yellowing of plants, usually in the second or third year of growth. The yellowed shoots often bear small, cupped leaves, and the tips of shoots wilt during warm weather. Plants with complete root discoloration and wilting of tops rarely survive the winter.

Crown bud rot This disease complex (Figure 10), caused by a group of organisms including *Fusarium* spp., *Rhizoctonia solani* Kühn, and other fungi, is widespread on alfalfa in Western Canada. It causes severe damage during the second and subsequent years of growth. The crown buds become infected in early spring and rot during the growing season. Dark brown or black patches develop on the bud tissue and spread to the crown and upper root areas. Poor stem development and weakened plants result in thin stands that are readily invaded by weeds. Some very hardy lines of *M. falcata* have natural resistance but there are no resistant cultivars.

Winter crown rot or snow mold This disease (Figure 11), from a low-temperature tolerant, nonsporing basidiomycete fungus (LTB), is widespread and sometimes very destructive in central and northern areas of Alberta and Saskatchewan. It has also been reported from central British Columbia. The fungus develops under snow during the winter and early spring and damages or destroys crown tissues. Symptoms appear as a dark brown rotting of the crown and upper root tissues. Severe infestations may lead to killing of plants in large patches. The more winter-hardy cultivars with low or underground crowns may be able to escape severe damage, but there are no resistant cultivars. *M. falcata* is less susceptible than *M. sativa*.

Verticillium wilt This wilt (Figure 12), attributed to *Verticillium albo-atrum* Reinke & Berth., is the most destructive alfalfa disease in western Europe, and there is now evidence that it has become well established in the northwestern United States. Several isolated occurrences in Canada have also been recorded, the latest report indicating that it is present in the southern interior of British Columbia.

Temporary wilting of upper leaves on warm days is the early symptom of the disease, followed by wilting, yellowing, and drying out of lower leaves. There may be partial recovery of plants from wilting, but new shoots wilt rapidly. Fruiting bodies of the fungus give infected stems a grayish color, which later turns black. A dark brown discoloration develops in outer vascular tissues within the stem. Spread of the verticillium wilt fungus through infected seed can be controlled by seed

treatment, but it also spreads in plant debris, and many weeds and crop plants are hosts for the disease. Cultivars with resistance have been developed in England, Sweden, France, and Denmark. Plant breeding appears to offer hope for control of the disease if it becomes significant in North America.

Phytophthora root rot This disease (Figure 13), caused by *Phytophthora megasperma* Drechsl., occurs mainly in wet, poorly drained soils during long periods of wet weather or under excessive irrigation. It is an important disease in Ontario but has also been reported elsewhere in the country. Rotting of taproots at various depths below the soil surface is a distinctive symptom. Yellowish brown patches develop on the roots and may extend to the crown, killing the plant. Seedlings are particularly susceptible, but plants of all ages may be affected. Resistance has been bred into several alfalfa cultivars, two of which, Apollo and 120, are recommended in Ontario.

Recent work on the so-called "alfalfa sickness" problem in central Alberta suggests that the phytophthora root rot organism is at least partly responsible for poor growth of alfalfa on land where the crop has previously grown well during the first time in the rotation. When the crop is reseeded for the second or third time, germination is usually good but seedlings are stunted, spindly, yellowed, and poorly nodulated. The phytophthora root rot organism is one of the fungi that has been isolated from diseased areas on the roots of such seedlings. Breeding programs are in progress to develop *Phytophthora*-resistant cultivars for central and northern Alberta and Eastern Canada. The *Phytophthora* fungus is difficult to isolate and may prove to be more widespread in Canada than we know at present.

Fusarium root rot Root rots (Figure 14) caused by a number of *Fusarium* species are widespread, but they are particularly severe in Quebec and the Atlantic Provinces. The first obvious sign in the tops is curling of leaves at the edges, followed by wilting; brown stripes occur in the woody part of the root. Later damage in the root varies from small rotted areas to complete breakdown of the root and crown. The rot often develops after root or crown tissues have been injured. No resistant cultivars are available.

Common leaf spot This disease (Figure 15), from *Pseudopeziza trifolii* (Biv.-Bern.) Fckl. f. sp. *medicaginis-sativae* Schmiedeknecht, formerly called *P. medicaginis*, occurs wherever alfalfa is grown. Like many other leaf diseases of alfalfa, it tends to be most damaging in Eastern Canada and is rarely of economic significance in the more arid west. Surveys in Quebec have indicated that common leaf spot is the most destructive of several leaf diseases. It is characterized by small, circular, brown to black spots on the leaflets. A somewhat paler, raised disk develops in the center of older spots. Infected leaves turn yellow and drop prematurely as the disease progresses. When the disease is prevalent, early cutting helps to reduce losses.

Lepto leaf spot This type of leaf spot (Figure 16), attributed to *Leptosphaerulina briosiana* (Pall.) Graham & Luttrell, is sometimes more damaging than common leaf spot. It has been known to reach epidemic proportions in the eastern and central United States. Surveys in Quebec indicate that the level of damage caused by lepto leaf spot is similar to that caused by common leaf spot. Only young leaves become infected, and the greatest damage occurs on young growth that develops after clipping during cool, wet summers. Leaf symptoms start as small, black spots with a light surrounding halo. This "pepper spot" stage may remain unchanged or may enlarge into irregular to round "eyespots" having tan centers and dark brown borders, often surrounded by a yellowed area. The entire leaf may be killed, and the dead leaflets remain attached to the stem for some time. No effective control measures are known.

Stemphylium leaf spot The leaf spot disease (Figure 17) caused by *Stemphylium botryosum* Wallr. occurs in Eastern Canada but is usually of minor importance. Oval or irregular spots with sunken centers appear on the leaflets. These spots are generally dark brown with lighter centers, and are often surrounded by a pale yellow halo. Older spots show concentric rings, resembling a target. A single large spot on a leaflet is enough to cause leaf drop, and severe loss of leaves can occur. There are no resistant cultivars but there are differences in susceptibility among existing ones.

Spring black stem This disease (Figure 18), from *Phoma medicaginis* Malbr. & Roum., is found in virtually all areas of Canada where alfalfa is grown, and is favored by cool, moist weather. Small, irregular, dark brown spots develop on lower leaves. The spots merge as they increase in size and the leaves turn yellow and drop off. Spots developing on stems turn black, enlarge and merge, sometimes girdling and killing young shoots. Seed production stands are often severely affected as the disease has a full growing season to develop. It overwinters on dead alfalfa stems and leaves; hence burning crop residue is an effective form of control in seed and hay fields.

Yellow leaf blotch Yellow leaf blotch (Figure 19), caused by *Leptotrochila medicaginis* (Fckl.) Schüepp, like common leaf spot is present in all major alfalfa-producing areas, but it is generally considered less damaging. However, surveys in central and northern Alberta show that losses attributed to yellow leaf blotch are about equal to losses caused by several other leaf and stem diseases combined. Symptoms appear as elongated yellow blotches that develop parallel to the veins of the leaflets, sometimes extending from the midrib to the leaf margin. Numerous very small orange to black fruiting bodies develop in linear patterns on the upper leaf surface of diseased areas. Blotches appear occasionally on stems. As with most other leaf diseases, early cutting before much loss of leaves occurs tends to reduce the incidence of disease on regrowth.

Downy mildew This mildew (Figure 20), from *Peronospora trifoliorum* de Bary, is a cool-weather disease that is widely distributed in Canada's

alfalfa-growing areas, but it usually does not cause severe damage. Symptoms include a light green coloration of upper leaves, dwarfing of shoots, and twisting and curling of leaves at the stem tips. A fine gray fungal growth develops on the underside of the leaves. Infected stands should be cut; in warm, dry weather the regrowth will probably escape further damage.

Stem nematode The stem nematode *Ditylenchus dipsaci* (Kühn) Filipjev is responsible for one of several diseases in alfalfa caused by the group of organisms known as nematodes, or eelworms. Significant losses from this disease (Figure 21) in Canada have been confined to the irrigated districts of southern Alberta. The nematode invades crown buds, which become swollen and break off easily. Shoots from infected buds are severely dwarfed, with thickened nodes and shortened internodes. Infected shoot tissues become wrinkled and discolored. Scattered infected plants may display the "white flag" symptom, in which one or more affected shoots are completely devoid of green color and usually somewhat small in size. Resistant cultivars provide the only practical means of control. The stem nematode is a carrier of wilt bacteria and has a decided influence on the development of the wilt disease in both wilt-susceptible and wilt-resistant alfalfa cultivars. Trek is the only stem-nematode-resistant cultivar licensed in Canada.

Northern root-knot nematode This nematode, *Meloidogyne hapla* Chitwood, is widespread in Eastern Canada. It parasitizes the roots of alfalfa plants, causing a characteristic galling (Figure 22). Symptoms include dwarfing of plants, reduction of stands, and galling and excessive branching of roots. Young seedlings may die as a result of heavy infection, even though roots fail to show galling. Bacterial wilt and crown and root rot diseases are more common when alfalfa is infested with this root-knot nematode. Breeding for resistance should eventually lead to development of resistant cultivars adapted to areas of Canada where this nematode affects alfalfa production.

Root-lesion nematode The nematode *Pratylenchus penetrans* (Cobb) Filipjev & Stekhoven also occurs widely in Eastern Canada. The extent of losses caused by infestation with this nematode (Figure 23) are not known, but it does contribute to reduced forage yield and a decline of stands. It feeds inside root tissues, so that the disease is not readily identified by untrained observers. The presence of the root-lesion nematode, like that of other nematodes on alfalfa, undoubtedly influences the development of wilt, root rots, and other diseases. Breeding for resistance offers promise of a measure of control. Rotations that include resistant crops may be necessary.

FIGURE 9 Bacterial wilt *(Corynebacterium insidiosum)*: upper photo, healthy plant (left) and diseased plant (right); lower photo, cross sections of healthy root (left) and diseased roots (center, right) (courtesy F. I. Frosheiser).

FIGURE 10 Crown bud rot (*Fusarium* spp., *Rhizoctonia solani*, etc.), which causes brown to black diseased areas on crown bud tissue and upper roots (courtesy E. J. Hawn).

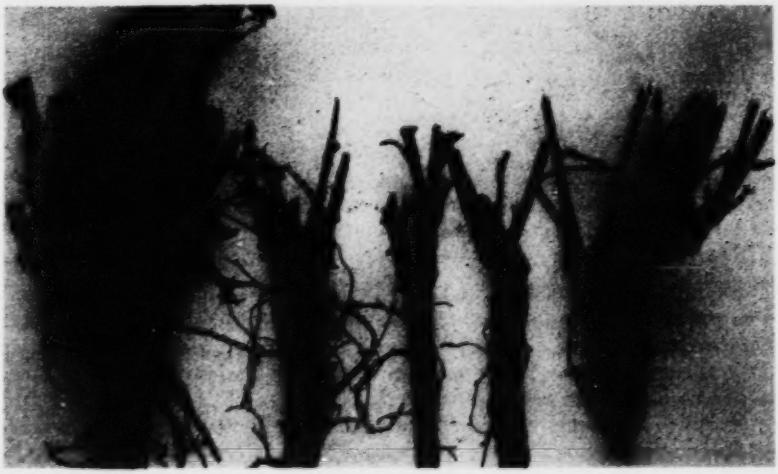


FIGURE 11 Winter crown rot (nonsporing, low-temperature-tolerant basidiomycete) showing increasing severity of damage (courtesy J. D. Smith).

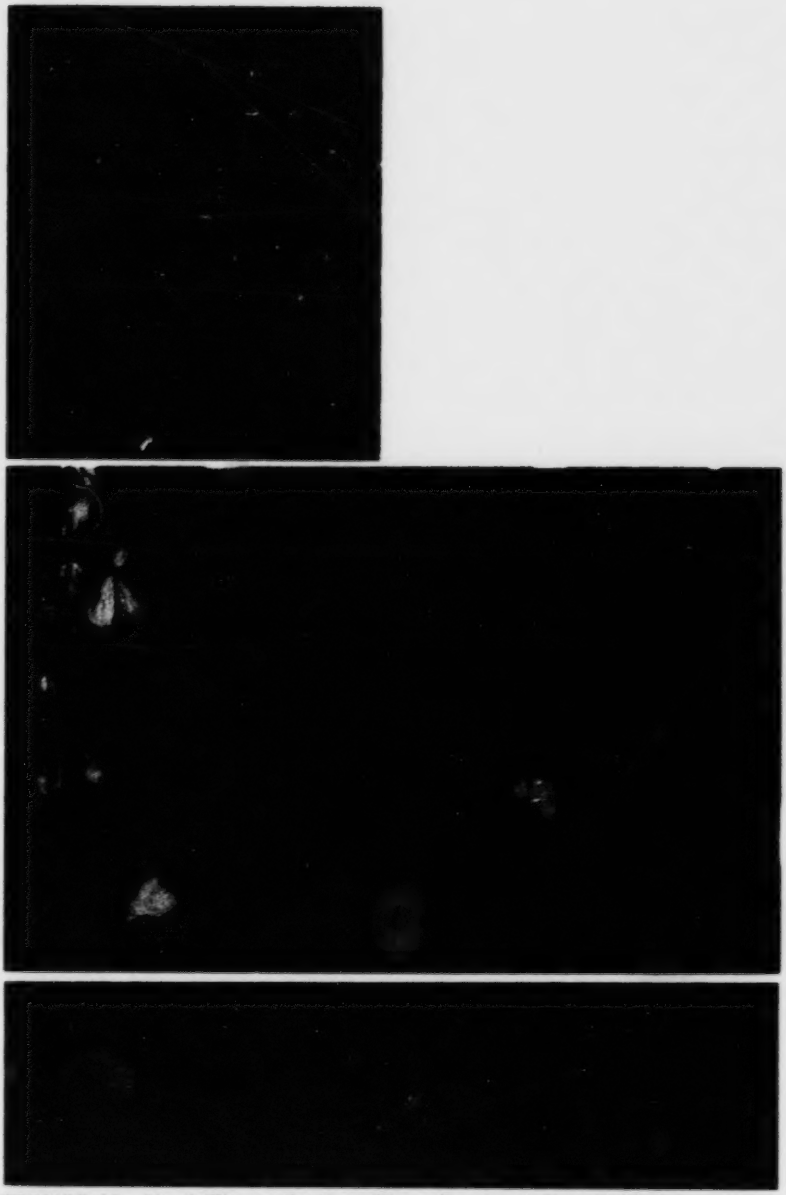


FIGURE 12 Verticillium wilt (*Verticillium albo-atrum*). Top: field plant; center: leaf and stem symptoms; bottom: healthy root (left) and three diseased roots (right) (courtesy M. R. Hanna).

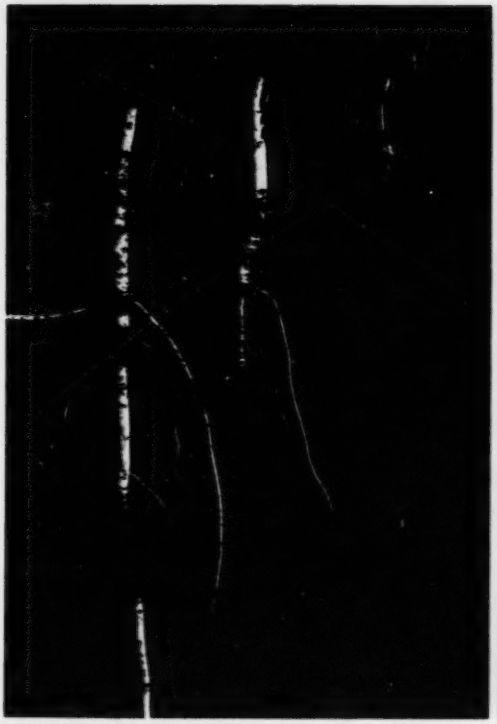


FIGURE 13 Phytophthora root rot (*Phytophthora megasperma*) showing different degrees of severity (courtesy F. I. Frosheiser).

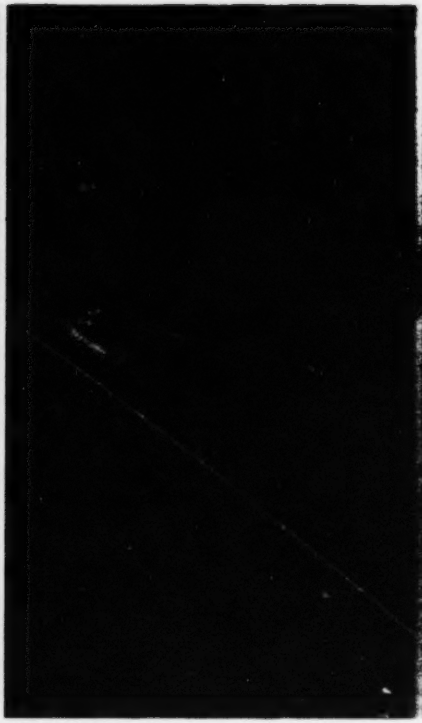


FIGURE 14 Fusarium root rot (*Fusarium* spp which causes rotting of root and crown (courte C. Richard).

FIGURE 15 Common leaf spot (*Pseudopeziza trifolii*) with advanced symptoms (courtesy R. Michaud).

FIGURE 16 Lepto leaf spot (*Leptosphaerulina briosiana*) with typical small brown to black spots surrounded by a halo (courtesy R. Michaud).

FIGURE 17 Stemphylium leaf spot (*Stemphylium botryosum*) showing large oval or irregular dark brown spots with lighter sunken centers (courtesy F. I. Frosheiser).

FIGURE 18 Spring black stem (*Phoma medicaginis*) showing stem and leaf spots (courtesy F. I. Frosheiser).

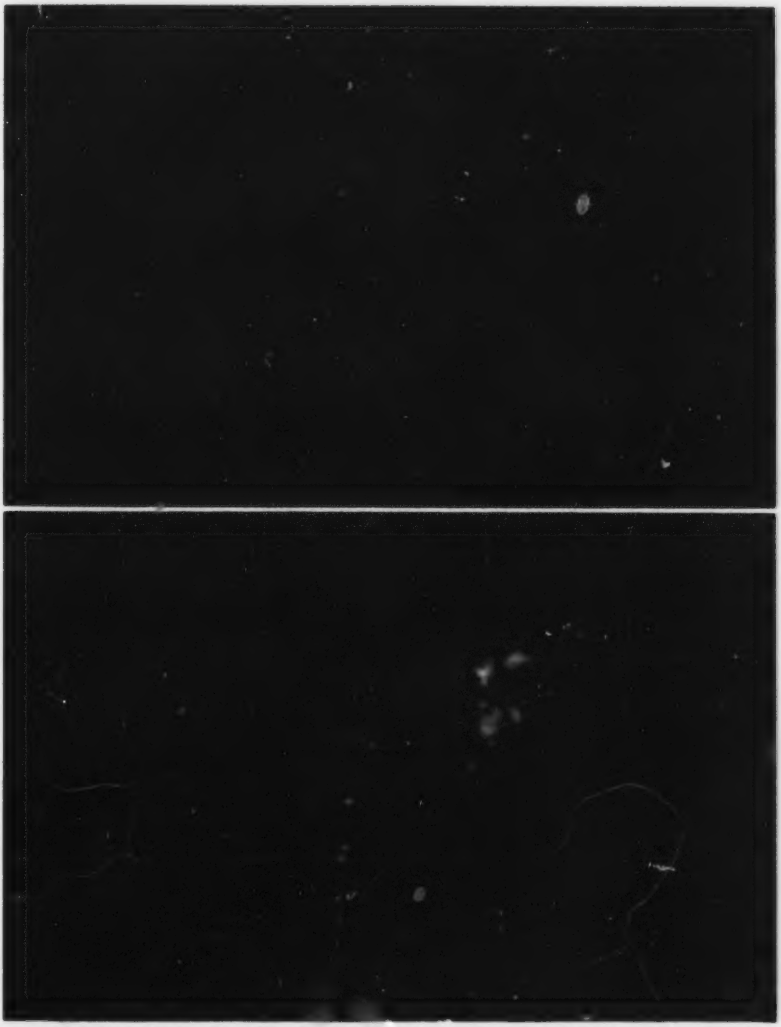


FIGURE 19 Yellow leaf blotch (*Leptotrochila medicaginis*) with elongate yellowed blotches parallel to leaf veins in early stages (top) and later stages (bottom) (courtesy W. B. Berkenkamp and D. L. Stuteville respectively).

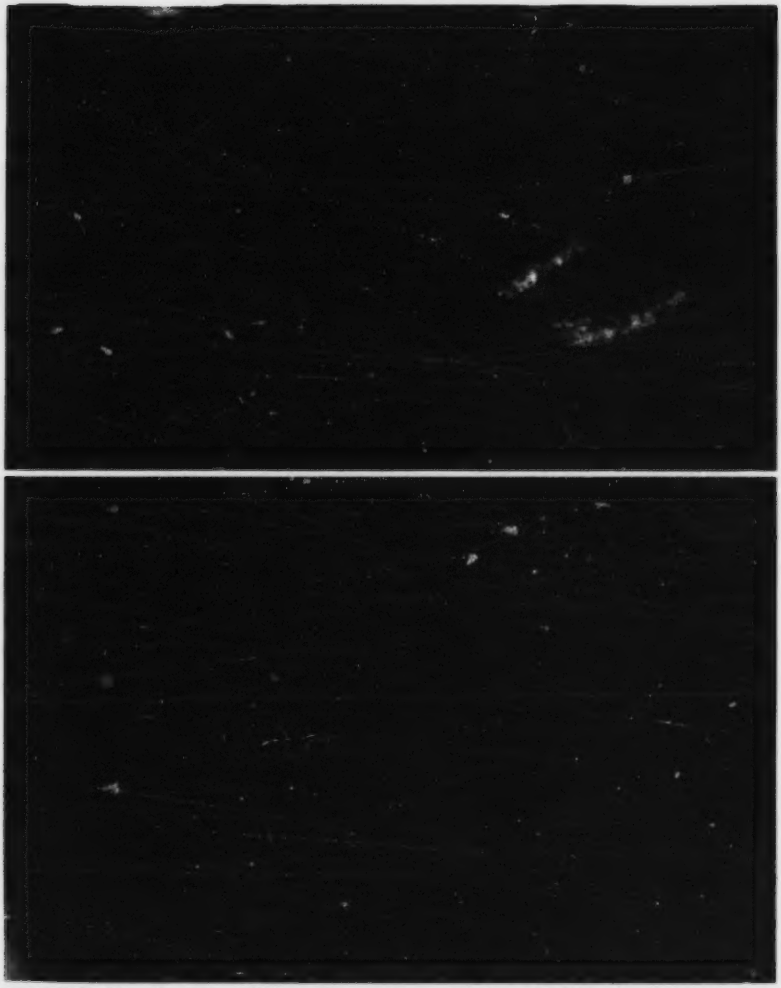
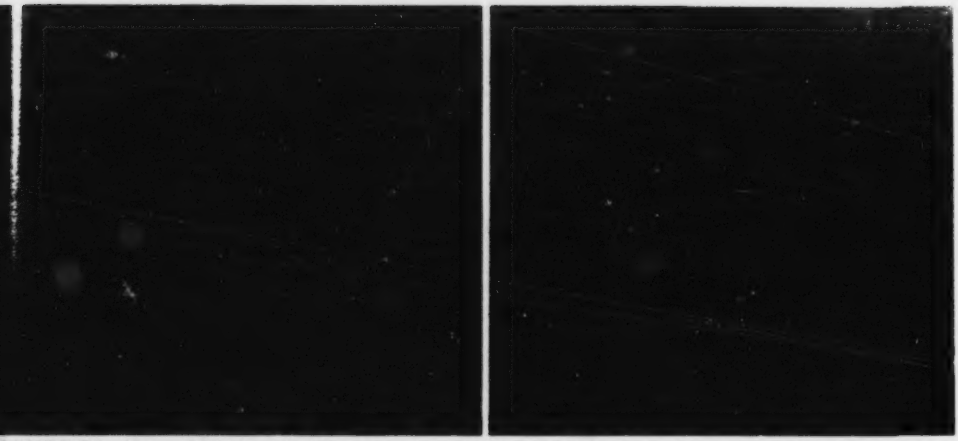


FIGURE 20 Downy mildew (*Peronospora trifoliorum*) with characteristic leaf symptoms (top) and white to purplish downy growth (bottom) on upper and lower surfaces of a leaf (courtesy W. B. Berkenkamp and D. L. Stuteville respectively).

FIGURE 21 Stem nematode *(Ditylenchus dipsaci)*: healthy root (left) and diseased root (right) showing discolored, severely dwarfed stems, swollen nodes, and short internodes (courtesy E. J. Hawn).

FIGURE 22 Northern root-knot nematode (*Meloidogyne hapla*): healthy plant in center, with diseased plants on either side showing symptoms of excessively branched roots with massive galling (courtesy R. N. Peaden).

FIGURE 23 Root-lesion nematode (*Pratylenchus penetrans*) showing healthy alfalfa root (left) and diseased root (right) with greatly reduced feeder rootlets and discoloration of rootlets and tap root (courtesy C. B. Willis).



IGURE 24 Pea aphid (*Acyrthosiphon pisum*) on alfalfa leaf: left photo, insects at various stages of evelopment; right photo, enlarged adult (courtesy C. H. Craig and A. M. Harper respectively).

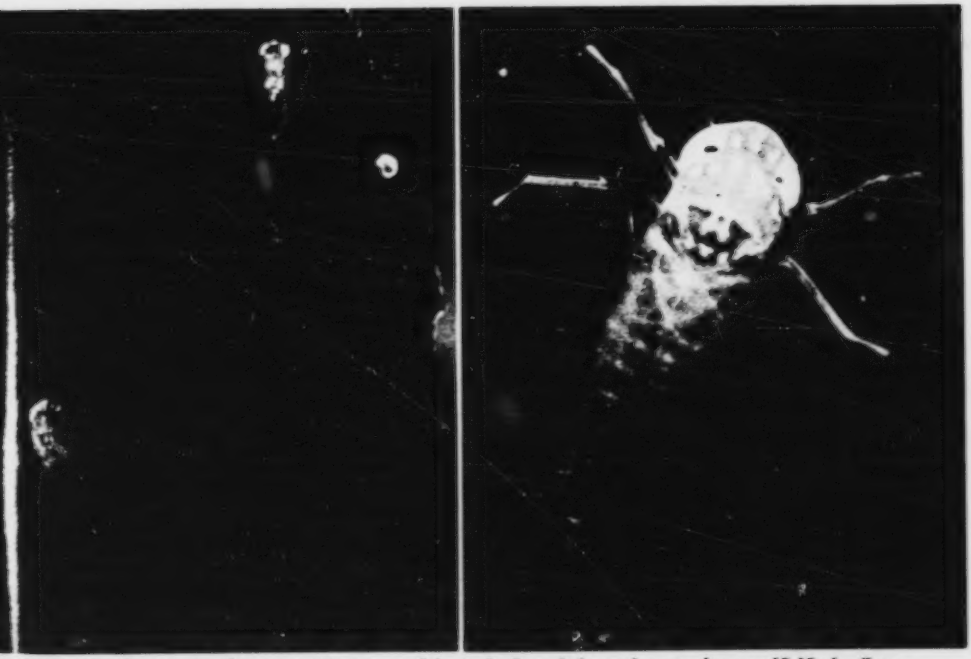
FIGURE 25 Lygus bug (*Lygus* spp.) on alfalfa (courtesy K. W. Richards).

FIGURE 26 Alfalfa plant bug (*Adelphocoris lineolatus*) on alfalfa leaflet (courtesy A. M. Harper).

FIGURE 27 Alfalfa weevil (*Hypera postica*) adult (courtesy Entomology Department, Purdue University).

FIGURE 28 Alfalfa weevil larvae feeding on alfalfa leaflet (courtesy R. R. Kriner).

FIGURE 29 Alfalfa blotch leafminer (*Agromyza frontella*) larvae and pinhole feeding punctures (courtesy R. Michaud).



URE 30 Potato leafhopper (*Empoasca fabae*). Left: adult and nymph on alfalfa leaflet; ght: enlarged adult (courtesy G. R. Manglitz and R. R. Kriner respectively).

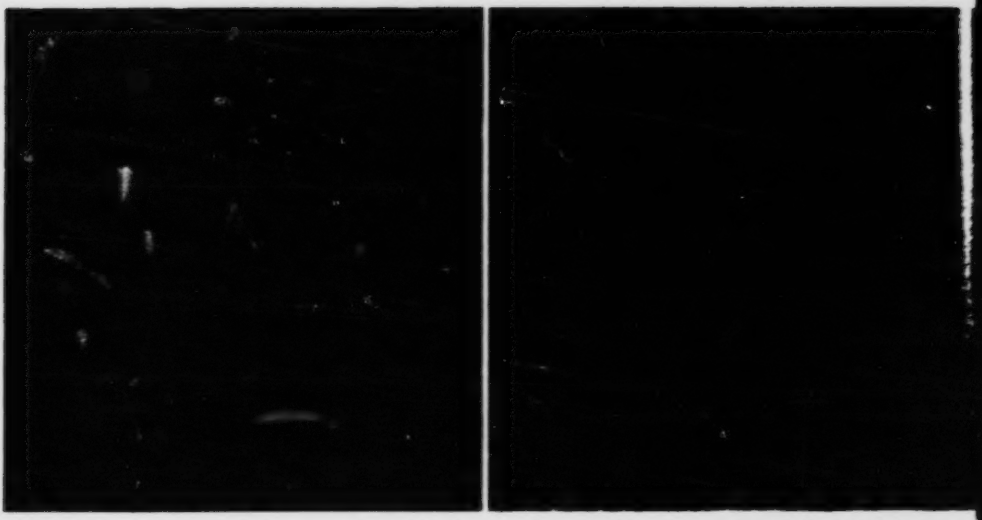


FIGURE 31 Characteristic symptoms of leafhopper burn (left) and puncture holes (right) caused by potato leafhopper feeding (courtesy R. A. Byers and R. Michaud respectively).

FIGURE 32 Grasshopper on alfalfa (courtesy R. E. Underwood).

Harmful insects

Alfalfa is very palatable, not only to livestock but also to many insects. All insects that adversely affect the health of a plant can reduce forage or seed yields. Some insects attack the flowers or seeds of alfalfa but cause little direct harm to the vegetative parts. Most harmful insects can be controlled by applying insecticides of various kinds, but precautions must be taken to avoid leaving residue on pasture and forage, or destroying pollinators or useful parasites. Some injurious insects can be controlled by combinations of cultural, biological, and chemical methods.

As an aid for visual identification of injurious insects and associated plant symptoms, illustrations are provided in Figures 24–32.

Pea aphid The pea aphid (Figure 24), *Acyrthosiphon pisum* (Harris), is found throughout Canada and is the most common insect found on alfalfa. Pea aphids are small (1–2 mm long), green, soft-bodied insects that do not move around much on the plants. All the young are wingless but adults may be winged or wingless. They feed by piercing the plant tissue and sucking the sap. Symptoms include white punctures or markings on leaves caused by aphid feeding; stunted or spindly, brittle growth of plants; and yellowing and dropping of leaves. Pea aphids are more important on irrigated land than on dryland. Heavy infestations in localized areas may cause severe damage. Infestations are greatest in cool weather during the spring and early summer. First-cut alfalfa is usually not extensively damaged, but damage to the second crop may be severe as populations reach peaks in late July or early August. Pea aphids are controlled through management of stands to maintain vigorous, healthy growth, through treatment with insecticides, and through reliance upon natural parasites to reduce infestations. Damage may be reduced by early cutting of forage.

Plant bugs The complex of plant bugs comprising *Lygus* spp., *Adelphocoris* spp., and *Plagiognathus* spp. (Figures 25, 26) is one of the main pests of alfalfa seed crops, but not of alfalfa forage crops. Symptoms include poor blooming; blasted, whitish and dry flower buds; and dropping of flowers before they are fully open. Plants are often stunted, dry, and brown. A poor seed set results and shriveled seed is present at harvest. Control methods include burning of alfalfa stubble and straw early in spring to destroy eggs of *Adelphocoris* and adults of *Lygus*. In burned fields, insecticides can be applied as the crop is coming into bloom, whereas in unburned fields insecticides can be applied as the crop is coming into bud. In both cases the insecticide applications should be made before the leafcutting bees are in the field.

Alfalfa weevil This insect (Figures 27, 28), *Hypera postica* (Gyllenhal), occurs in Ontario and Alberta and is one of the most serious pests of alfalfa. The adult is a brown snout beetle with a stripe down the middle of its back. The larva has a black head, yellowish green body, and three white stripes down its back. Young larvae feed first on the growing plant tips and then more and more upon opened leaves, which soon become dry

skeletons and take on a grayish to whitish cast. The larvae also feed upon flower buds and can greatly reduce seed yields. Timely cutting of the first crop interrupts weevil development and destroys most of the eggs, larvae, and pupae before they mature. Some parasites reduce weevil populations, but when populations are left unchecked, properly timed chemical control may be necessary, especially in seed fields.

Alfalfa blotch leafminer This leafminer (Figure 29), *Agromyza frontella* (Rondani), is a relatively new pest in Eastern Canada. It overwinters as a pupa and emerges as a small adult fly in late May or early June. Its presence is best detected by numerous pinhole punctures in leaflets made by the feeding adults. Eggs are laid in the alfalfa leaflets and the larvae feed between the leaf surfaces, forming an irregular blotch pattern. There are at least three generations a year in Eastern Ontario, about 30 days apart. Damage to the foliage results in nutritional loss through mining or leaf drop. Severe damage may be prevented by an early first cutting, but subsequent infestations do not correspond to cutting dates. For these later infestations, chemical control is effective at the pinhole stage. The extent of losses in quality and yield of forage caused by leafminer infestations has not been determined.

Potato leafhopper The potato leafhopper (Figures 30, 31), *Empoasca fabae* (Harris), is one of the more important of several leafhoppers that attack alfalfa in Eastern Canada. It is a tiny, light green, wedge-shaped insect about 2–3 mm long. The nymph is yellowish green and characteristically walks sideways. Both adults and nymphs pierce leaves and stems and suck plant juices, thus inflicting serious injury. They also transmit viruses. Symptoms appear as stunting of the plant and a yellowing or reddening of leaves in a V-shape from the center of the leaf outward. Insecticides do not prevent the disease from spreading. If potato leafhoppers are abundant on newly seeded alfalfa, spray with an insecticide.

Grasshoppers These insects (Figure 32), belonging to *Melanoplus, Camnula*, and other genera, are not consistently a serious pest of legumes, but outbreaks can occur in Western Canada. The grasshoppers can migrate from uncultivated areas into fields of alfalfa. Leaves, stems, and seed pods are completely or partly eaten, and stands become thinned from the edge inward. Both grass and alfalfa are damaged in mixtures. In Western Canada the grasshopper forecast map shows the extent and severity of grasshopper outbreaks expected the next season. For control, tillage of stubble land in the fall destroys some eggs and tillage in the spring destroys green growth (the food supply) as eggs are hatching. Chemical control is the only means of effectively controlling grasshoppers and may be necessary when the crop is threatened.

Other insects Various other insects on occasion are serious pests of alfalfa. These are the cutworms, thrips, alfalfa seed chalcid, clover root curculio, and alfalfa looper. For specific control measures see the information leaflets issued by provincial departments of agriculture.

Acknowledgments

The authors wish to thank several researchers for their assistance in reviewing sections of this bulletin in their particular area of expertise, and in providing useful information and suggestions: Dr. E. J. Hawn, Research Station, Lethbridge, Alta.; Dr. C. B. Willis, Research Station, Charlottetown, P.E.I.; Dr. W. B. Berkenkamp, Research Station, Lacombe, Alta.; Dr. G. R. Webster, Department of Soil Science, University of Alberta, Edmonton, Alta.; Dr. J. S. McKenzie, Research Station, Beaverlodge, Alta.; H. Ukrainetz, C. H. Craig, J. D. Smith, and Dr. R. E. Howarth, Research Station, Saskatoon, Sask.; and Dr. L. Bordeleau and Dr. C. Richard, Station de recherches, Ste-Foy, Quebec. Several people also kindly supplied photographs and they are named in the captions. Special thanks go to R. E. Underwood for his photographic expertise and advice.

Other related publications

Craig, C. H. Insect pests of legume and grass crops in Western Canada. Agriculture Canada Publication 1435; 1973; 28 p.

Frosheiser, F. I.; Munson, R. D.; Wilson, M. C. Alfalfa analyst. An aid to identification of diseases, deficiencies and damage, and insects. Certified Alfalfa Seed Council; 1972; 10 p.

Graham, J. H.; Stuteville, D. L.; Frosheiser, F. I.; Erwin, D. C. A compendium of alfalfa (lucerne) diseases. 4th Compendium, APS Series of Compendia on Crop Diseases. St. Paul, MN: American Phytopathological Society; 1979; 58 p.

Hanna, M. R.; Hobbs, G. A. Alfalfa seed production in southern Alberta. Mimeographed circular, Research Station, Lethbridge, Alberta; 1971; 14 p.

Hanson, C. H., editor. Alfalfa science and technology. Agronomy Monograph 15. Madison, WI: American Society of Agronomy; 1972; 812 p.

Hardy, Maurice, et al. La culture de la luzerne au Québec. Québec: Ministère de l'Agriculture du Québec, Service de l'Information; 1978; 48 p.

Hobbs, G. A. Alfalfa leafcutter bees for pollinating alfalfa in Western Canada. Agriculture Canada Publication 1495; 1973; 30 p.

Johnson, W. E.; Koturbash, L.; May, R. W. Silage. Regina: Saskatchewan Department of Agriculture Publication; 1971; 16 p.

Kitchen, H. B., editor. Diagnostic techniques for soils and crops. Their value and use in estimating the fertility status of soils and nutritional requirements of crops. Washington, DC: American Potash Institute; 1948; 308 p.

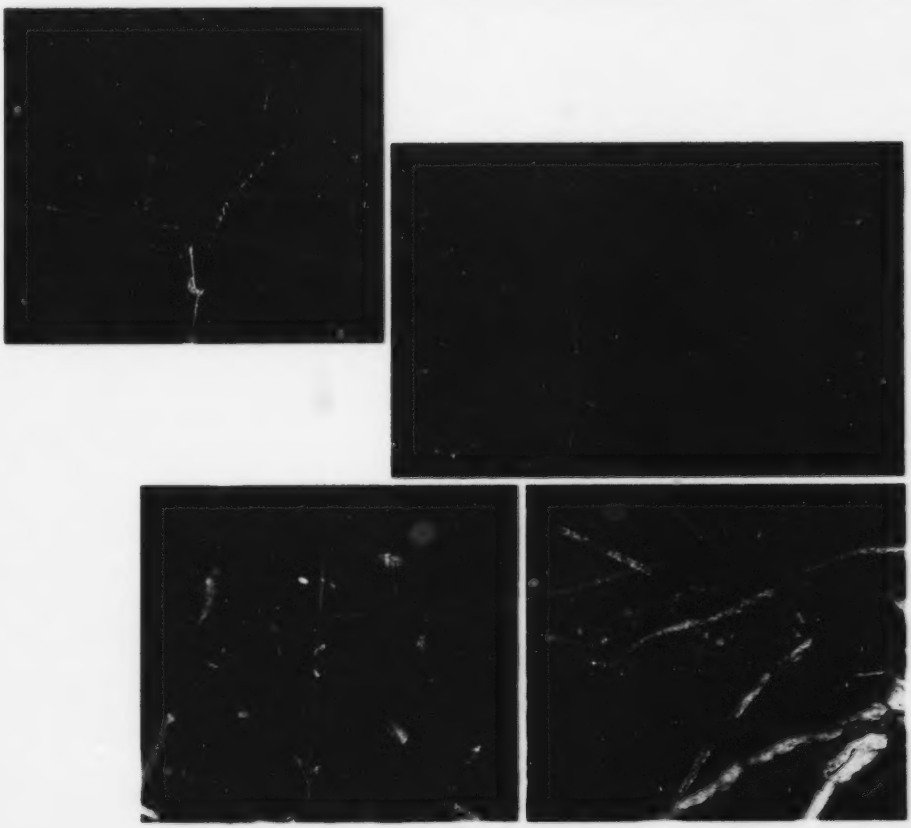
Conversion factors

Metric units	Approximate conversion factors	Results in:
LINEAR		
millimetre (mm)	x 0.04	inch
centimetre (cm)	x 0.39	inch
metre (m)	x 3.28	feet
kilometre (km)	x 0.62	mile
AREA		
square centimetre (cm^2)	x 0.15	square inch
square metre (m^2)	x 1.2	square yard
square kilometre (km^2)	x 0.39	square mile
hectare (ha)	x 2.5	acres
VOLUME		
cubic centimetre (cm^3)	x 0.06	cubic inch
cubic metre (m^3)	x 35.31	cubic feet
	x 1.31	cubic yard
CAPACITY		
litre (L)	x 0.035	cubic feet
hectolitre (hL)	x 22	gallons
	x 2.5	bushels
WEIGHT		
gram (g)	x 0.04	oz avdp
kilogram (kg)	x 2.2	lb avdp
tonne (t)	x 1.1	short ton
AGRICULTURAL		
litres per hectare (L/ha)	x 0.089	gallons per acre
	x 0.357	quarts per acre
	x 0.71	pints per acre
millilitres per hectare (mL/ha)	x 0.014	fl. oz per acre
tonnes per hectare (t/ha)	x 0.45	tons per acre
kilograms per hectare (kg/ha)	x 0.89	lb per acre
grams per hectare (g/ha)	x 0.014	oz avdp per acre
plants per hectare (plants/ha)	x 0.405	plants per acre

Culture et régie de la luzerne au Canada

Agriculture Canada

Publication 1705/F



Canada

PAGE COUVERTURE. *De haut en bas:* feuille typique de la luzerne; peuplement de luzerne de haute qualité; mégachile pollinisant une grappe de fleurs; et nodosité racinaire, fixatrice d'azote.

Dédié à Hugo Gross, ami et collègue

Les noms commerciaux qui paraissent dans la présente publication sont donnés à titre d'information et ne doivent nullement être considérés ni comme une approbation d'Agriculture Canada ni comme une préférence par rapport à des produits du même genre ou d'autres produits non mentionnés.

PUBLICATION 1705F, on peut obtenir des exemplaires à la Direction générale des communications, Agriculture Canada, Ottawa K1A 0C7

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1982
N° de cat. A53—1705/1982 ISBN: 0-662-91497-X
Révision 1982 5M—5:82

Also available in English

Table des matières

Avant-propos /4
Introduction /5
Caractéristiques /6
Adaptation /7
Cultivars /8
Semis /9
Désherbage /11
Engrais /15
Régimes d'exploitation et destruction par le froid /19
Utilisations /21
Foin et ensilage /21
Pâturage /23
Produits déshydratés /24
Amélioration du sol /25
Production de semences /25
Ennemis des cultures /32
Maladies /32
Insectes nuisibles /52
Remerciements /55
Publications connexes /55

Culture et régie de la luzerne au Canada

B.P. Goplen
Station de recherches, Saskatoon (Sask.)

H. Baenziger
Station de recherches, Ottawa (Ont.)

L.D. Bailey et A.T.H. Gross (décédé en juin 1979)
Station de recherches, Brandon (Man.)

M.R. Hanna et K.W. Richards
Station de recherches, Lethbridge (Alb.)

R. Michaud
Station de recherches, Sainte-Foy (Québec)

J. Waddington
Station de recherches, Melfort (Sask.)

Avant-propos

La luzerne, «reine des légumineuses fourragères», se rapproche de la culture par excellence non seulement parce qu'elle stabilise le sol, mais parce qu'elle l'améliore tout en assurant une abondance de produits hautement nutritifs propres à l'alimentation humaine et animale. La luzerne est la légumineuse fourragère la plus répandue au Canada et dans le monde. Elle est adaptée à une grande diversité de sols et de conditions climatiques et est cultivée dans toutes les provinces. Les superficies cultivées en luzerne au Canada varient entre 4 et 5 millions d'hectares. La luzerne produit un fourrage d'excellente qualité nutritive à haute digestibilité, ce qui explique qu'elle constitue la norme d'excellence qui sert de comparaison à toutes les autres cultures fourragères. La luzerne jouera probablement un rôle de plus en plus important à l'avenir vu la diminution des approvisionnements en combustibles fossiles et l'accroissement du coût des engrais azotés. Le plant de luzerne est une fabrique miniature qui fixe l'azote inépuisable de l'air pour le convertir sous une forme facilement assimilable par la plante. De plus, les phytotechniciens admettent que la luzerne produit plus de protéines à l'hectare que toute autre culture connue, lesquelles sont presque égales aux protéines animales en termes d'équilibre et du nombre d'acides aminés essentiels à la nutrition animale et humaine.

Vu l'utilisation universelle de la luzerne et l'intérêt généralisé qu'elle suscite, la présente brochure a été rédigée par des spécialistes en luzerne qui proviennent de tous les coins du Canada. Les renseignements qu'elle contient sont faciles à comprendre et comportent des descriptions botani-

ques générales et spécifiques des divers cultivars; méthodes générales de régie et d'exploitation; insectes nuisibles et maladies avec photos en couleurs pour faciliter leur identification. Cette publication a surtout pour objet de servir de guide aux agriculteurs et aux vulgarisateurs qui travaillent dans le domaine de la culture et de la régie de la luzerne partout au Canada. On peut se procurer certaines recommandations régionales spéciales auprès des ministères provinciaux de l'Agriculture, de certaines universités ou de stations de recherches.

Voici quelques directives générales concernant la culture de la luzerne:

- Ne semer que les cultivars recommandés pour la région, car ils ont l'avantage d'être plus productifs, de posséder une meilleure résistance aux maladies et des caractéristiques améliorées.
- Semer peu profondément dans un lit de semence ferme, bien préparé et exempt de mauvaises herbes.
- Semer tôt au printemps.
- Inoculer la semence immédiatement avant le semis.
- Utiliser des abeilles coupeuses de feuilles (mégachiles) pour la production de semences.

Introduction

La luzerne, «reine des cultures fourragères», est la plus importante et la plus en vogue de toutes les légumineuses fourragères cultivées au Canada. Elle est censée provenir du sud-ouest de l'Asie avec l'Iran comme centre géographique d'origine. La culture de la luzerne remonte à la préhistoire et on la rencontre actuellement à l'état indigène dans les régions subtropicales et subarctiques du globe. Les plus anciens comptes rendus historiques révèlent que la luzerne était cultivée et appréciée comme aliment très nutritif pour animaux en Perse et en Turquie voilà plus de 3300 ans. La première tentative de culture de luzerne signalée aux États-Unis remonte à 1736 en Géorgie. Mais ce n'est qu'après 1850, au moment où le «trèfle chilien» a été introduit du Chili en Californie, qu'elle a connu une expansion rapide et une popularité de plus en plus prononcée.

La première introduction de luzerne au Canada date de 1871. Un berger qui accompagnait quelques moutons importés de la Lorraine, en France, a apporté avec lui 1 kg de semences dans une ferme de Welland (Ont.). Plus tard, cette lignée a été connue sous le nom de type bigarré de l'Ontario et se cultive encore à l'occasion dans l'est du Canada.

On n'a pu réussir la culture de la luzerne dans le nord des États-Unis et au Canada avant l'introduction de lignées bigarrées plus rustiques de l'espèce *Medicago media* (*M. sativa* à fleurs pourpres × *M. falcata* à fleurs jaunes). C'est l'immigrant allemand Wendelin Grimm qui a effectué la

plus ancienne et la plus importante de ces introductions en amenant 8 kg de semences de *M. media* de son pays d'origine lorsqu'il est venu s'établir au Minnesota en 1857. Après avoir survécu à plusieurs hivers rigoureux successifs dans cette région, il en est résulté une lignée très rustique; la luzerne de Grimm a tôt fait de faire progresser la culture de cette espèce dans le nord des États-Unis et au Canada. Les professeurs John Bracken et L.E. Kirk du Département des grandes cultures de l'université de la Saskatchewan ont effectué une sélection plus poussée dans le but de mettre au point un cultivar encore plus résistant au froid. En 1926, leurs efforts aboutissaient à la mise au commerce de la semence de base de la lignée rustique 666 de la luzerne Grimm.

La luzerne se cultive dans toutes les provinces canadiennes. Bien qu'il n'existe aucune estimation assez exacte des superficies totales en luzerne, le Recensement du Canada en 1976 faisait état de 2 614 000 ha de luzerne cultivée seule ou en mélanges avec des graminées pour la production de foin. Les superficies affectées à la paissance sont probablement égales ou supérieures à ce chiffre. En outre, des milliers d'hectares sont semés en luzerne pour la production d'engrais verts, d'ensilage, de denrées déshydratées et de semences. Tout semble donc indiquer que les superficies cultivées en luzerne au Canada varient entre 4 et 5 millions d'hectares.

Caractéristiques

La luzerne (*Medicago* spp.) est une légumineuse vivace à port buissonnant qui atteint une hauteur de 60 à 100 cm. La longueur des feuilles varie de 1,3 à 3,8 cm et comporte trois folioles à bords unis, légèrement dentés au sommet. La forme des folioles va de presque ronde et ovée, trait typique du *M. sativa*, à obovée et lancéolée, trait typique du *M. falcata*, (fig. 1). Les tiges sont grêles, pleines ou creuses. Les inflorescences qui poussent à l'aisselle des feuilles sont des racèmes de 10 à 20 fleurons, en général de couleur bleue ou pourpre *(M. sativa)*, mais parfois blanche ou jaune *(M. falcata)* et à l'occasion bronzée et verte. La forme des gousses varie du type à faucille ou croissant à celui d'hélice de une à trois spires (fig. 2). La gousse en faucille a été presque éliminée par sélection car elle contient d'habitude peu de graines et a la fâcheuse tendance à s'égrener facilement. Les graines de luzerne sont petites (465 graines par gramme).

Les systèmes radiculaires de la luzerne peuvent se classer en quatre types généraux, soit les racines pivotantes, fasciculées, rhizomateuses et traçantes (fig. 3); elles pénètrent toutes profondément dans le sol (de 3 à 9 m). Le type pivotant possède une racine principale et un collet plutôt étroit qui fait saillie. Le type fasciculé diffère du pivotant par un certain nombre de racines primaires qui partent d'un collet modérément large. Le système rhizomateux permet à la plante de se propager à partir d'un large collet par des tiges horizontales qui peuvent s'enraciner aux nœuds. Les plantes à racines traçantes montrent des collets bas et développent des racines secondaires horizontales à partir des racines primaires, de 10 à 20 cm sous la surface du sol. Les pousses qui peuvent devenir des plants indépendants se forment à partir de ces racines horizontales. Les plantes à racines rhizomateuses et traçantes possèdent un collet mieux protégé et

émettent de nouvelles racines plus facilement que les types à racines pivotantes et fasciculées. Les types à racines traçantes résistent mieux à la paissance et aux mauvaises conditions comme le piétinement par le bétail et le froid extrême.

La luzerne possède un méristème terminal, c'est-à-dire que la croissance se fait à partir de l'extrémité des tiges et de leurs ramifications. Lorsque ces points de croissance sont amputés ou endommagés par la paissance, la gelée, la pulvérisation, les insectes ou les maladies, la croissance se poursuit à partir des bourgeons axillaires des feuilles situés sous le point de coupe. Le regain émane des bourgeons du collet de la racine.

La luzerne a ceci d'original qu'elle peut fixer l'azote inépuisable de l'air grâce à un phénomène de symbiose avec certaines bactéries du sol de l'espèce *Rhizobium meliloti* Dangeard. Ces bactéries produisent des nodosités sur les racines de la plante (fig. 4) et transforment l'azote atmosphérique sous une forme facilement assimilable par la plante. Ce mécanisme de conversion s'appelle la fixation symbiotique d'azote. Pour s'assurer du bon fonctionnement de ce mécanisme ou en cas d'incertitude quant à la présence de ces bactéries dans le sol, mieux vaut inoculer la semence de luzerne juste avant le semis (*voir* les parties suivantes qui traitent du semis et de l'amélioration du sol). Dans les régions où le sol est presque neutre ou légèrement basique, les bactéries du genre *Rhizobium* se développent aisément. En revanche, les sols acides doivent être chaulés avant le semis et peuvent nécessiter l'inoculation de la semence par des *Rhizobium* acidotolérants spéciaux.

Adaptation

La luzerne est adaptée à une grande diversité de sols et de conditions climatiques au Canada. Elle est particulièrement bien adaptée aux sols profonds, bien drainés et à réaction presque neutre. La luzerne ne vient pas bien dans les sols très acides et l'application de chaux est souvent nécessaire pour en réussir la culture. La luzerne s'avère utile dans les régions aux sols légèrement ou modérément salins. Elle montre une très faible tolérance aux mauvaises conditions de drainage. Le mauvais drainage, conjugué à des extrêmes de température ou à des maladies, a un effet préjudiciable sur la survie du peuplement. La luzerne doit pouvoir résister à l'hiver pour survivre au Canada. Dans les provinces des Prairies, les cultivars de luzerne doivent être très rustiques à cause des hivers longs et froids, de la couverture variable de neige et du temps souvent très sec. Dans l'est du Canada et en Colombie-Britannique où le climat est moins rigoureux et l'humidité plus abondante, les cultivars de type flamand à rusticité moyenne sont préférables à cause de leur regain rapide et de leur plus grande productivité. La luzerne flamande est plus précoce et possède en général une plus grande tolérance au froid que les autres types de luzerne courants (*M. sativa*). Il n'en reste pas moins que tous les types de luzerne sont détruits sans distinction par la formation de glace ou le déchaussement des plants dans les terres mal drainées et les sols lourds, ainsi que par l'alternance du gel et du dégel.

Les températures optimales à la croissance de la luzerne se situent entre 15 et 25°C le jour et 10 et 20°C la nuit, alors que des températures supérieures à 30°C la retardent. La plante se caractérise par une forte productivité de fourrage de bonne qualité, sa rusticité, sa longévité et son utilité pour le foin et la paissance. Elle se comporte bien en peuplement pur ou en mélanges avec plusieurs autres cultures fourragères. Une luzernière peut produire chaque année une coupe de foin dans les régions sèches et jusqu'à quatre coupes dans les régions plus humides à saison de culture plus longue.

Dans les régions arides, la luzerne réagit bien à l'irrigation et produit d'habitude des rendements qui dépassent 9 t à l'hectare. Elle se montre également productive dans les sols où elle peut pénétrer jusqu'à la nappe phréatique pour s'approvisionner en eau au cours des périodes de sécheresse. Les racines de la luzerne peuvent facilement atteindre des nappes phréatiques situées de 3 à 5 m sous la surface du sol.

Cultivars

L'homologation des cultivars de luzerne au Canada s'appuie sur les résultats des essais pour le rendement, la rusticité, la résistance aux maladies et aux insectes nuisibles, ainsi que pour d'autres caractères agronomiques. Une fois homologué, tout cultivar est admissible à la vente partout au Canada sous son nom distinct. Mais peu d'entre eux sont adaptés à toutes les régions du pays, si bien qu'il faut suivre les recommandations de chaque province ou région dans le choix d'un cultivar particulier.

Les possibilités de production de luzerne dépendent largement du regain après la fauche. Dans des conditions idéales de croissance, les cultivars qui repoussent vite produisent davantage que ceux qui ne se rétablissent que lentement. Mieux vaut donc choisir un cultivar à repousse rapide, tout en s'assurant que le climat lui convient. Là où les conditions climatiques sont moins favorables, il vaut mieux choisir des cultivars à repousse lente car ils sont d'ordinaire plus tolérants au froid et à la sécheresse. En règle générale, il faut choisir le cultivar affichant le regain le plus rapide pourvu qu'il persiste et résiste de façon satisfaisante aux hivers.

Les cultivars énumérés au tableau 1 figuraient sur les listes provinciales de recommandations au moment où la présente publication a été rédigée. De nouveaux cultivars sont périodiquement mis au commerce par des agences publiques et des sociétés privées de sorte qu'il importe de se maintenir au courant des modifications apportées aux recommandations.

Il se peut que les semences de certains cultivars plus anciens comme le Grimm, le Du Puits, le Ranger et le Rhizoma soient encore disponibles dans certaines régions du pays, bien qu'ils n'apparaissent plus sur les listes de recommandations. Mieux vaut ne semer que les cultivars recommandés qui ont l'avantage d'être plus productifs, de posséder une meilleure résistance aux maladies et de manifester des caractéristiques améliorées par rapport aux anciens cultivars.

N'utiliser que des semences généalogiques des cultivars recommandés pour s'assurer d'obtenir un produit testé de haute qualité qui possède un bon pouvoir germinatif, exempt de graines de mauvaises herbes nuisibles et le mieux adapté possible à la région choisie. L'emploi de semences non généalogiques n'est pas recommandé, car il est impossible de les identifier (c'est-à-dire Canada n° 1) par le nom du cultivar.

Semis

Toujours utiliser des semences généalogiques d'un cultivar recommandé. Le choix d'un cultivar recommandé est une garantie de rendement et de rémunération maximums du capital investi.

La préparation soignée du lit de semence est la clé du bon établissement de la luzerne. Le lit de semence doit être ferme et exempt de mauvaises herbes, tout en possédant une réserve d'humidité suffisante près de la surface du sol. Le rouleau plombeur, le cultivateur à tringles ou la herse peuvent aider à préparer un lit de semence ferme lorsque le sol est très meuble. On peut aussi obtenir le même résultat en évitant de déplacer le chaume ou au moyen du compactage naturel d'une jachère par la pluie ou la neige. Le talon de la chaussure ne doit pas s'enfoncer de plus de 1 cm dans le sol d'un lit de semence bien préparé. Il est essentiel que les 2,5 premiers centimètres du sol soient humides, car les plantules auraient du mal à percer la surface du sol si les semences étaient enfouies plus profondément pour atteindre l'humidité.

Les façons culturales avant le semis devraient être superficielles pour éviter un ameublissement excessif du sol et son dessèchement par la suite. Le tassement et le raffermissement du sol permet à l'humidité de monter par capillarité («l'effet buvard»), et de la conserver plus près de la surface du sol. Sur argile lourde, il faut éviter de trop travailler le sol pour ne pas le pulvériser, car il pourrait croûter après une pluie et empêcher la levée des plantules.

Le semis superficiel assure des peuplements denses et vigoureux. Une des causes les plus fréquentes d'échec de nouvelles plantations est la trop grande profondeur du semis. Semer à une profondeur de 1 à 2 cm, car les semences enfouies à plus de 2,5 cm ont du mal à lever pour donner un peuplement satisfaisant. C'est que la petite graine ne possède pas assez d'énergie (réserves alimentaires) pour produire une plantule capable d'atteindre la surface du sol tout en conservant toute sa vigueur. Si le matériel de semis pénètre trop profondément dans le sol, faire installer des ailettes de réglage de la profondeur sur les disques du semoir en lignes. Le semis à la volée n'est pas recommandé dans les régions arides des provinces des Prairies car la surface du sol reste rarement humide assez longtemps pour permettre aux graines de germer et de s'établir.

Le meilleur temps pour semer la luzerne est tôt au printemps, dès que l'état du sol permet de le travailler. Le semis précoce est particulièrement important sur les loams sableux et légers qui ont une faible capacité de rétention d'eau. Il permet de tirer profit des réserves d'eau du sol au printemps et permet aux plantules de luzerne de lever et de s'établir avant la première poussée de croissance des mauvaises herbes. Le semis effec-

tué à la fin de l'été (mi-août) dans les Prairies offre moins de 50% de chance de réussite à cause de l'insuffisance d'humidité et de la possibilité de gelées au début de septembre. Mais dans l'est du Canada et en Colombie-Britannique, les semis de fin d'été réussissent très bien, car la saison automnale y est en général assez longue pour permettre aux plants de se développer suffisamment avant l'arrivée de l'hiver. Ce sont en effet les plants bien établis qui ont les meilleures chances de résister au froid. Dans les Prairies, le semis peut s'effectuer vers la fin d'octobre lorsqu'il fait trop froid pour que les graines puissent germer; cette pratique s'appelle le semis dormant. On l'utilise souvent lorsque le sol est difficile à travailler au début du printemps en raison d'un excès d'humidité. Cette pratique permet donc à la semence de se développer le printemps suivant lorsque les conditions d'humidité et de température sont favorables à la germination et à la formation de la plantule.

Les taux et les modes de semis varient beaucoup d'une région à l'autre du Canada. Dans l'Est et en Colombie-Britannique, on sème à raison de 12 à 14 kg à l'hectare en peuplement pur et de 9 à 11 kg à l'hectare en mélange avec des graminées. On utilise d'habitude un semoir de type Brillion ou un semoir ordinaire muni d'une boîte pour le semis de graines fourragères afin d'obtenir un peuplement dense. Mais dans les régions semi-arides des Prairies, on utilise un taux de 4 à 7 kg à l'hectare en peuplement pur et en lignes écartées de 30 à 60 cm. En mélange avec des graminées, le taux de semis est de 1 à 4 kg à l'hectare en lignes écartées de 30 à 90 cm. En sol irrigué, on sème à raison de 9 à 11 kg à l'hectare, soit en lignes écartées de 15 à 20 cm à l'aide d'un semoir à graines fourragères, soit à la volée. Consulter les autorités provinciales pour obtenir les recommandations qui s'appliquent à la région concernée.

En règle générale, mieux vaut semer la luzerne seule sans plante-abri (se référer à la partie suivante traitant du désherbage).

Les semences de luzerne doivent être inoculées. Pour ce faire, enrober les graines d'une culture préparée à partir de bactéries de la souche requise du *Rhizobium meliloti*. Il se peut que les sols contiennent des *Rhizobium* laissés par une culture précédente, mais l'inoculation des semences assure la formation de nodosités sur les racines. Maintenir l'inoculum au réfrigérateur dans des contenants étanches avant de l'utiliser pour éviter tout dessèchement, ce qui réduirait la viabilité des bactéries. Inoculer la semence juste avant le semis pour éviter cet accident. En cas de retard dans les semailles, on peut conserver la semence inoculée dans un endroit frais et sombre pendant un court laps de temps. Faute d'utilisation, mieux vaut l'inoculer de nouveau après trois ou quatre jours. Il est recommandé de chauler d'abord les sols acides avant d'y semer des graines inoculées. Pour obtenir de plus amples renseignements sur les méthodes d'inoculation, consulter la publication 1299 intitulée *L'inoculation des légumineuses* d'Agriculture Canada et suivre le mode d'emploi qui figure sur l'emballage.

En résumé, les clés du succès en matière de semis et d'établissement des plantules sont les suivantes:

- Utiliser des semences généalogiques d'un cultivar recommandé.
- Préparer un lit de semence ferme.
- Semer peu profondément, c'est-à-dire à moins de 2,5 cm de profondeur.
- Semer le plus tôt possible au printemps.
- Inoculer la semence juste avant le semis.

Désherbage

Les mauvaises herbes annuelles peuvent gravement endommager les jeunes luzernières. La compétition exercée par les mauvaises herbes peut réduire la croissance des plantules au cours de la saison de végétation au point d'affaiblir suffisamment les plants qui entrent en dormance à l'automne. Une croissance très abondante de mauvaises herbes annuelles peut empêcher les plantules de luzerne de survivre. Pour introduire le moins de mauvaises herbes possible dans une luzernière, n'utiliser que des semences généalogiques et pour minimiser le risque d'infestation grave par les mauvaises herbes, affecter les sols les mieux désherbés à la culture de la luzerne.

On utilise souvent des plantes-abri pour lutter contre les mauvaises herbes et s'assurer du revenu d'une récolte au cours de l'année d'établissement. Le choix d'utiliser ou non une plante-abri est laissé à la discrétion de chacun. Mais il ne faut pas perdre de vue que l'absence de plantes-abri se solde d'ordinaire par un peuplement plus productif et plus vigoureux de plantules. En cas d'utilisation, semer la plante-abri à la moitié ou moins du taux normal de semis dans un premier temps, ce qui permet de tasser davantage et de raffermir le sol. Semer ensuite la luzerne à la profondeur recommandée (de 1 à 2 cm), soit en lignes croisées ou alternées, ce qui réduit au minimum la compétition entre les plantules plus vigoureuses de la plante-abri et les délicates plantules de la légumineuse. Les céréales comme le blé, l'avoine et l'orge sont les plus couramment utilisées comme plante-abri. Il faut toutefois les faucher pour le foin ou les faire pâturer au milieu de l'été pour allouer à la luzerne une longue période ininterrompue de croissance et de développement avant l'arrivée de l'hiver.

Le désherbage d'un peuplement composé de luzerne et d'une plante-abri se limite à l'utilisation de quelques herbicides. Les plantules de luzerne montrent une tolérance modérée ou bonne envers la plupart des herbicides utilisés contre les graminées adventices, mais seuls l'EPTC (Eptam; Stauffer) et le barbane sont enregistrés pour détruire les graminées adventices dans la luzerne. On ne peut toutefois utiliser l'EPTC sur les plantes-abri. Parmi les herbicides couramment utilisés contre les mauvaises herbes dicotylédones, le dicamba tue la luzerne, et le 2,4-D, le MCPA et le bromoxynil peuvent causer de très graves dégâts. Le 2,4-DB donne d'habitude de bons résultats contre diverses plantules de dicotylédones sans presque endommager la luzerne. L'utilisation de 2,4-D ou de MCPA en alternance s'avère efficace lorsqu'un feuillage abondant de

Tableau 1. Cultivars de luzerne recommandés au Canada

Cultivars	Provinces pour lesquelles on le recommande†						
	Colombie-Britannique	Alberta	Saskatchewan	Manitoba	Ontario	Québec	Pr vi d th qu
Excellente tolérance au froid							
Anik		x					
Drylander		x	x				
Kane	x	x	x				
Rambler	x	x	x	x			
Rangelander		x	x	x			
Roamer	x	x	x				
Très bonne tolérance au froid							
Algonquin	x	x		x	x		x
Beaver	x	x	x	x			
Ladak	x						
Trek		x					
Bonne tolérance au froid							
Anchor	x	x	x	x	x	x	x
Angus				x	x	x	x
Answer	x				x		
Apollo				x	x		
Banner				x	x	x	
Ceres					x		
Chimo		x		x			
Citation					x	x	
Classic					x		
Futura					x		
Iroquois					x	x	x
Magnum					x		
Narragansett							x
Pacer					x	x	
Pickstar					x		
Primal					x		
Saranac	x				x	x	x
Thor	x	x			x	x	x
Titan		x			x	x	x
Trident					x		
Valor					x		
Vernal	x	x		x	x	x	
Vista					x		
Warrior						x	
Weevlcheck					x		
WL215					x		
120					x		
520				x	x	x	x
524	x				x	x	

†Les recommandations sur les cultivars font l'objet de fréquentes modifications. Consulter les vulgarisateurs provinciaux pour obtenir les plus récentes informations concernant modifications.

Pays d'origine et distributeur canadien	Regain après fauche	Résistance à la flétrissure bactérienne	Autres caractéristiques
Canada (public)	très lent	sensible	lignée du *M. falcata*
Canada (public)	lent	résistant	racines traçantes
Canada (public)	lent	résistant	racines traçantes
Canada (public)	lent	modérément résistant	racines traçantes
Canada (public)	lent	sensible	racines traçantes
Canada (public)	lent	résistant	racines traçantes
Canada (public)	moyen	résistant	
Canada (public)	moyen	résistant	
Nord de l'Inde	lent	modérément résistant	
Canada (public)	moyen	résistant	résistant au nématode des tiges
États-Unis (OSECO)	rapide	résistant	
Canada (public)	rapide	résistant	
États-Unis (Speare seeds)	rapide	résistant	résistant au pourridié phytophthoréen
États-Unis (OSECO)	rapide	résistant	résistant au pourridié phytophthoréen
États-Unis (Pioneer)	rapide	résistant	
États-Unis (OSECO)	rapide	résistant	
États-Unis (Maple Leaf Mills)	rapide	résistant	
États-Unis (Maple Leaf Mills)	rapide	résistant	
États-Unis (UCO)	rapide	résistant	
États-Unis (Maple Leaf Mills)	moyen	résistant	
États-Unis (public)	moyen	résistant	
États-Unis (Maple Leaf Mills)	moyen	résistant	
États-Unis (public)	moyen	sensible	
États-Unis (Bishop Seeds) (General Seeds Co.)	rapide	résistant	
États-Unis (Pickseed)	moyen	résistant	
États-Unis (King Grain)	moyen	résistant	
États-Unis (public)	rapide	résistant	
États-Unis (National NK)	rapide	résistant	
États-Unis (OSECO)	moyen	résistant	
États-Unis (PAG seeds)	rapide	résistant	résistant au pourridié phytophthoréen
États-Unis (OSECO)	moyen	résistant	
États-Unis (public)	moyen	résistant	
États-Unis (Pickseed)	rapide	résistant	
États-Unis (Northrup King)	moyen	sensible	
États-Unis (UCO)	moyen	résistant	
États-Unis (OSECO)	moyen	résistant	
États-Unis (DeKalb)	moyen	résistant	résistant au pourridié phytophthoréen
États-Unis (Pioneer)	moyen	résistant	
États-Unis (Pioneer)	moyen	modérément résistant	

mauvaises herbes protège les plantules de luzerne d'un contact direct avec l'herbicide.

Plusieurs herbicides peuvent détruire les mauvaises herbes qui infestent les peuplements purs de luzerne. Pour ce qui est des graminées adventices comme la folle avoine, la sétaire verte, la sétaire glauque ainsi que l'échinochloa pied-de-coq, incorporer l'EPTC dans le sol avant de semer la luzerne. On peut aussi utiliser du barbane en pulvérisation de post-levée pour lutter contre la folle avoine. L'application de 2,4-DB lorsque la luzerne n'a pas plus de quatre feuilles vraies permet d'éliminer les mauvaises herbes dicotylédones comme la moutarde sauvage et le chénopode blanc. Une fois débarrassée de ces mauvaises herbes et non gênée par une plante-abri, la luzerne peut croître assez au cours de la saison de végétation pour produire une ou deux coupes de fourrage selon la région et les conditions d'humidité.

Il est aussi possible de combattre les mauvaises herbes par la fauche. La folle avoine ou les céréales adventices peuvent être incluses dans l'ensilage, mais les mauvaises herbes qui ne se prêtent pas à l'alimentation animale devraient être fauchées à un stade de croissance précoce à l'aide d'une faucheuse qui ne laisse pas d'andain. Les plantules de luzerne vont mourir si l'andain est assez épais pour bloquer les rayons solaires. Faucher à une hauteur permettant d'enlever la plupart des feuilles des mauvaises herbes, c'est-à-dire de 8 à 10 cm au-dessus du sol. Une fauche trop haute encourage les mauvaises herbes à taller et à repousser.

Sauf dans le cas d'une production de semences à larges interlignes, la luzerne bien établie offre une vive concurrence aux mauvaises herbes. Une densité de 30 à 40 plants au mètre carré empêche le développement de la plupart des mauvaises herbes qui ne constituent alors qu'une faible partie de la récolte. On peut tenir en échec certaines mauvaises herbes annuelles à l'aide de 2,4-DB appliqué au printemps à un stade de croissance précoce de la culture. Un traitement semblable, appliqué en fin d'automne lorsque la luzerne est dormante, permet de détruire les dicotylédones annuelles d'hiver. Ne pas utiliser de 2,4-D dans les luzernières établies. Même lorsque ce produit est appliqué sur de la luzerne dormante ou des plants qui ne montre apparemment aucune croissance visible active, il arrive souvent que les dégâts apparaissent au cours de la saison de végétation suivante et réduisent de beaucoup le rendement et la qualité du fourrage. En revanche, la luzerne possède une certaine résistance au 2,4-D; il est donc impossible de compter sur ce produit pour détruire les plants bien établis lorsque l'objectif consiste à éliminer la luzerne.

La simazine et le terbacil sont enregistrés pour l'application automnale à des luzernières dormantes et établies. Les deux s'appliquent sur le chaume de la culture sans être incorporés au sol. La première agit en tuant les jeunes plantules de la plupart des plants, alors que le terbacil enraie la croissance des plantules et détruit en outre les pissenlits et les laiterons établis lorsqu'il est appliqué à la dose maximale recommandée. Les deux produits laissent dans le sol des résidus qui peuvent endommager d'autres cultures semées dans les deux ans qui suivent leur application.

Les herbicides récemment homologués pour la lutte contre les graminées adventices comprennent le pronamide (Kerb; Rohm & Haas) dans les luzernières dormantes et établies, et le diclofop (Hoe-Grass; Hoechst) dans celles composées de plantules de luzerne.

Les recommandations concernant les herbicides peuvent varier d'une année à l'autre et selon le type de sol et la région. Consulter les bulletins provinciaux pour obtenir les recommandations les plus récentes et les plus appropriées sur l'utilisation des herbicides pour la région en question.

Engrais

Le premier pas vers une bonne fertilisation de la luzerne est l'analyse du sol. On peut obtenir des recommandations générales sur l'utilisation des engrais dans certains bulletins spécialisés, et ce, dans toutes les provinces. Les besoins d'engrais et la réaction de la luzerne à la fumure varient selon les propriétés du sol, les réserves d'eau (irrigation ou terre sèche), l'âge du peuplement et le type de régie de la culture concernée. En tenant compte de tous les facteurs et de toutes les données tirées des analyses de sol, on peut réduire au minimum les risques d'un programme de fumure.

Bien inoculée et bien régie, la luzerne tire son azote à partir des bactéries du genre *Rhizobium* qui forment des nodosités sur les racines. Ces organismes utilisent l'énergie obtenue de la luzerne par symbiose et fixent l'azote atmosphérique. Il se peut que les plantules aient besoin de faibles quantités d'azote au cours de la période d'implantation, jusqu'à ce qu'elles forment des nodosités et puissent commencer à fixer l'azote. Un excédent d'azote entrave la formation des nodosités. Dans les mélanges de luzerne-graminée, il se peut que l'engrais azoté soit nécessaire pour maintenir la productivité de la graminée puisque la luzerne ne peut lui transmettre directement l'azote fixé. Le mélange qui contient au moins un tiers de luzerne ou plus devrait être fertilisé selon les recommandations qui s'appliquent à un peuplement pur de luzerne.

Pour maintenir une forte production de luzerne, il faut amender le sol au phosphore dans la plupart des régions du Canada. C'est surtout important au cours de l'année du semis pour assurer un bon développement des racines et l'établissement des plantules, mais c'est également indispensable pour maintenir la forte productivité de la luzerne pendant toute la durée du peuplement. Puisque le phosphore ne migre que très lentement dans le sol, il est bon de placer au moins une partie de l'engrais à la portée immédiate des racines de la plante. En ce qui a trait à l'établissement des plantules, on peut épandre le phosphore à la volée en pré-semis et l'enfouir dans le sol à une profondeur de 7 à 10 cm ou on peut l'appliquer en bandes latérales à un niveau un peu inférieur à la semence au moment du semis. En conditions très arides, la réaction des plantules à la fumure appliquée en pleine surface avant le semis est médiocre. Dans les luzernières établies, mieux vaut épandre l'engrais comme fumure d'entretien. Dans certaines régions, l'application à la volée de grandes quantités de phosphore au moment des semis devrait

suffire aux besoins de la culture pendant plusieurs années. Toutefois, le degré d'assimilation et les teneurs en phosphore des fourrages sont plus élevés avec des applications annuelles selon les doses recommandées. Dans les sols acides et les sols riches en calcium, il est recommandé de recourir chaque année à une fumure phosphorée en couverture, car le phosphore est rapidement immobilisé et ne peut être utilisé par les plantes.

Le potassium peut s'avérer un facteur limitatif important dans la production de la luzerne car la culture a besoin de grandes quantités de cet élément. Il joue un rôle capital dans beaucoup de fonctions végétales et modifie certains mécanismes comme l'emmagasinage des réserves alimentaires et le développement de la résistance au froid (aoûtement) à l'automne. La plupart des sols des Prairies sont naturellement riches en potassium, mais bon nombre des sols à texture grossière et bien drainés de cette région, et la plupart des sols situés à l'est des Grands lacs et dans la région côtière de la Colombie-Britannique sont pauvres en potassium lequel est pourtant nécessaire à la production de la luzerne. Lorsque l'analyse du sol révèle un besoin de potassium, incorporer l'engrais au lit de semence avant le semis. Il est recommandé de mesurer la teneur en potassium du fourrage à la récolte ou de procéder à une analyse du sol, ou de faire les deux, au cours des années subséquentes pour déterminer les besoins complémentaires de cet élément. Des carences en potassium dans le sol ont été associées à une augmentation des affections causées par l'hiver. D'autre part, des teneurs appropriées en potassium dans le sol facilitent la fixation de l'azote et augmentent ainsi la teneur en protéines dans les fourrages. Dans les luzernières établies, mieux vaut appliquer le potassium sous forme de fumure d'entretien.

Certains luvisols gris et gris foncé que l'on trouve dans les Prairies et dans de nombreuses régions de l'intérieur de la Colombie-Britannique manquent de soufre. Cet élément joue un rôle important dans la fixation de l'azote et la synthèse des protéines. Des carences en soufre dans le sol entraînent un mauvais développement des graines dans les peuplements de production de semences. Le soufre peut être appliqué à la volée au moment des semis et incorporé dans le sol ou encore sur des peuplements établis comme fumure en couverture.

La plupart des carences en oligo-éléments de la luzerne peuvent se déceler par des analyses de sols ou de tissus. La carence de bore est l'une des plus courantes, en particulier dans les provinces de l'Atlantique, mais aussi au Québec, en Ontario et en Colombie-Britannique où elle peut occasionner des baisses substantielles de rendement. Les carences de molybdène tendent à se manifester plus souvent en sols acides et sont signalées dans les provinces de l'Atlantique. Quant aux carences d'autres oligo-éléments comme le fer, le cuivre, le zinc ou le manganèse, elles sont comparativement rares.

La différence qui existe entre une carence et une toxicité de la plupart des oligo-éléments est minime de telle sorte qu'il faut faire preuve d'une extrême prudence dans l'application de ces engrais. Ne les utiliser que sur recommandation expresse d'un pédologue ou d'un agronome qualifié.

La chaux est en général considérée comme un amendement du sol plutôt qu'un engrais parce qu'elle sert surtout à corriger l'acidité du sol, bien qu'elle contienne effectivement des substances fertilisantes et rende plus assimilables d'autres éléments nutritifs du sol. La luzerne est très sensible à l'acidité du sol étant donné que les sols très acides entravent la fixation microbienne de l'azote atmosphérique. Les pH de 6,0 ou moins réduisent d'ordinaire le rendement de la luzerne. Dans la plupart des situations, le meilleur pH pour la production de luzerne se situe entre 6,5 et 7,5. À cet égard, il est essentiel de chauler les sols à prédominance acide des provinces de l'Atlantique, du Québec, de l'Ontario et des régions côtières de la Colombie-Britannique. On rencontre aussi certains sols acides dans le centre de l'Alberta et dans la région de la Rivière-de-la-Paix en Alberta et en Colombie-Britannique. C'est encore l'analyse du sol qui peut le mieux déterminer les besoins en chaux. La chaux réagit lentement avec le sol et son application donne les meilleurs résultats au cours de l'été ou de l'automne avant le semis d'une culture de luzerne. Mieux vaut l'enfouir complètement dans le sol à une profondeur de 15 cm. Dans le cas des sols très acides qui exigent de grandes quantités de chaux, on recommande de faire deux applications fractionnées à raison de la moitié de la quantité totale par épandage.

Une certaine carence en éléments nutritifs du sol donne souvent lieu à l'apparition de symptômes anormaux sur les plants. Consulter le tableau ci-dessous comme guide d'identification des carences en éléments nutritifs du sol. Mais ne pas perdre de vue que c'est l'analyse du sol ou des tissus qui a le dernier mot en matière de carence ou de toxicité.

Élément	Symptômes de carence
Bore (B)	Rougissement et jaunissement des feuilles terminales, condition souvent appelée «jaunissure». Les entre-nœuds terminaux demeurent courts de sorte que les feuilles forment une rosette, phénomène suivi par la mort du bourgeon terminal tandis que les feuilles et les branches inférieures demeurent vertes.
Calcium (Ca)	Surtout en sols acides. Les plants sont vert pâle et rabougris; les peuplements sont clairsemés. Les jeunes pétioles peuvent s'affaisser. Les bords des feuilles meurent en commençant par le sommet des folioles des feuilles immatures qui sont d'abord turquoises pour ensuite tourner au blanc-gris. Les bords des feuilles atteintes se recroquevillent vers le haut pour former un entonnoir caractéristique du sommet de chaque foliole. Les sols très

	acides peuvent manifester aussi une toxicité d'aluminium et de manganèse.
Cuivre (Cu)	Les pétioles des feuilles terminales affichent une courbure épinastique typique (enroulement vers l'arrière des folioles le long des pétioles), suivie par le flétrissement et la mort des folioles.
Fer (Fe)	Cette carence se manifeste rarement. Les feuilles supérieures jaunissent les premières entre les nervures pour devenir ensuite jaune blanchâtre. La carence n'apparaît d'ordinaire que dans les sols dont le pH est supérieur à 7,5 qui contiennent un excédent de carbonates et beaucoup d'humidité.
Magnésium (Mg)	La carence de magnésium est plus fréquente en sols sableux et acides, et au cours des saisons pluvieuses, car cet élément est facilement lessivé. Les folioles manifestent un jaunissement entre les nervures. Le pourtour des feuilles est d'abord vert, devient ensuite jaune et finit par mourir. Les symptômes progressent des vieilles feuilles aux plus jeunes.
Manganèse (Mn)	La carence de manganèse est plus fréquente en sols alcalins, en particulier les sols riches en phosphore. Les premiers symptômes sont une réduction de la croissance et un jaunissement des jeunes feuilles. Le jaunissement apparaît d'abord entre les nervures qui demeurent vertes, puis de petits îlots nécrosés brun pâle font leur apparition. La toxicité de manganèse peut aussi se produire en sols acides. Les bords des folioles plus âgées jaunissent et de petites taches nécrosées peuvent se former.
Molybdène (Mo)	Dans certains sols acides riches en fer. Les folioles peuvent blanchir aux extrémités et flétrir. La carence restreint d'habitude la floraison. Les symptômes peuvent aussi ressembler à une carence d'azote.
Azote (N)	Jaunissement des feuilles, mauvaise nodulation des racines longues et fibreuses, plants rabougris.
Phosphore (P)	Les symptômes sont souvent mal définis. Croissance aérienne rabougrie, port raide et dressé, racines petites et brun clair. Feuilles petites et d'un vert anormalement foncé. Les

	folioles se plient au centre et les faces inférieures prennent une couleur violacée. Les feuilles plus âgées tournent au jaune et meurent.
Potassium (K)	Les symptômes se manifestent d'abord sur les feuilles âgées sous forme de taches blanches (mouchetures), pour former ensuite des îlots nécrosés sur le pourtour des folioles supérieures. En cas de carence grave, la taille et le nombre des taches augmentent, les feuilles deviennent cassantes et sèches, et les feuilles inférieures tombent.
Soufre (S)	Jaunissement des feuilles qui commence d'abord par les jeunes feuilles. Les plants paraissent jaunes et rabougris; les symptômes se rapprochent de ceux observés dans les cas de carence de phosphore et d'azote.
Zinc (Zn)	Cette carence se produit rarement. Le premier symptôme est un recroquevillement vers le haut des jeunes feuilles. Les plants carencés croissent lentement et les vieilles feuilles jaunissent légèrement; les plants meurent ensuite à partir du sommet vers le bas. Les nouvelles feuilles, en particulier celles situées sur les talles à la base du plant, deviennent de plus en plus petites et raides et leurs bords tendent à s'enrouler vers l'intérieur.
Dégâts causés par la pollution de l'air	La luzerne est sensible à de fortes concentrations de brouillard de fumée, de bioxyde de soufre et d'ozone dans l'air. Les symptômes vont du jaunissement des nervures à celui de la feuille entière. Les vieilles feuilles sont plus sensibles que les jeunes. Les dégâts sont plus fréquents près des régions urbaines ou industrielles.

Régimes d'exploitation et destruction par le froid

Les régimes d'exploitation destinées à produire d'une façon économique une luzerne de qualité suppose la sélection des cultivars, la satisfaction des besoins de fumure, des calendriers de fenaison appropriés, le désherbage et la lutte contre les maladies et les insectes nuisibles. Une bonne régie de la culture pendant toute la durée du peuplement est essentielle car ce qui se passe une année influe sur la production de l'année suivante. La régie de la luzerne en automne est probablement

l'aspect le plus important du régime d'exploitation, car il influe sur la santé, la vigueur et la persistance de cette plante.

Comme toutes les autres légumineuses vivaces, la luzerne emmagasine des réserves nutritives dans ses racines au cours de l'automne. Ces réserves permettent à la plante de résister aux basses températures hivernales et servent à déclencher la nouvelle croissance au printemps et après chaque coupe. Chaque région se caractérise par une période automnale où la fenaison et la paissance affaiblissent les plants au point de réduire considérablement les rendements ultérieurs ou d'exposer un grand nombre de plants à la destruction par le froid. Cette période s'appelle la «période critique de récolte à l'automne», qui dure d'ordinaire de 4 à 6 semaines avant l'apparition de la première gelée dans la région concernée (consulter les autorités provinciales à ce sujet). La croissance des feuilles est nécessaire au cours de cette période cruciale pour synthétiser les hydrates de carbone qui seront emmagasinés dans les racines et les collets. Si l'on procède à la fenaison au cours de cette période critique, les réserves d'hydrates de carbone des racines vont être utilisées pour déclencher une repousse des plants de telle sorte qu'ils vont entrer en période hivernale avec de faibles réserves nutritives qui leur sont essentielles. Le fait que les racines et le collet soient riches en réserves nutritives n'est pas une garantie comme telle que les plants vont survivre à l'hiver; mais, les hydrates de carbone constituent la principale source énergétique durant la période de dormance et les plants mal pourvus en réserves nutritives sont les plus susceptibles d'être endommagés ou tués par l'hiver. Il est moins risqué de faire une coupe après qu'avant l'apparition d'une gelée meurtrière. Toutefois, la fenaison de fin d'automne a l'inconvénient d'enlever le chaume qui servirait à emprisonner et à retenir la neige qui joue le rôle d'un isolant efficace pour protéger la luzerne au cours de l'hiver et au début du printemps, et offre ainsi une garantie supplémentaire contre la destruction par le froid.

Les luzernières endommagées par le froid nécessitent une régie prudente pour les maintenir productives. Les plants ainsi endommagés sont d'habitude lents à démarrer au printemps, paraissent faibles, sont de couleur jaunâtre et montrent peu de nouvelles pousses. La plupart des plants endommagés de cultivars résistant aux maladies se rétablissent pour atteindre une production presque normale si la première coupe est retardée jusqu'au stade de la floraison avancée. La fenaison effectuée à un stade de croissance normalement recommandé peut tuer les plants endommagés par l'hiver ou les maintenir dans un état d'affaiblissement. Le fait de retarder la coupe jusqu'à la pleine floraison permet donc aux plants de guérir leurs tissus endommagés par le froid.

La mort des plants de luzerne en hiver peut être causée soit par le froid, soit par les basses températures combinées à maints autres facteurs comme:

- un temps défavorable à l'aoûtement des plants en automne;
- l'alternance de gel et de dégel du sol au cours de l'hiver ou en début d'automne;

- la formation de glace à la surface du sol en hiver et au début du printemps;
- des hivers prolongés plus longs que la période normale de dormance;
- les longues périodes de sécheresse en été et en automne qui causent le dessèchement des plants avant ou peu après le début de l'hiver;
- l'infection par les maladies qui cause l'affaiblissement des plants (Les luzernières qui disposent de bonnes réserves sont mieux en mesure de résister aux dégâts causés par les maladies souvent associées à la destruction par le froid, et peuvent davantage se rétablir.);
- une mauvaise régie de la culture au cours de la saison de végétation et à l'automne (Ainsi, les plantes entrent dans la saison hivernale avec des réserves racinaires insuffisantes pour entreprendre leur longue période de dormance.); et
- l'utilisation d'un cultivar pas assez rustique. Il est difficile de déterminer la cause exacte de la destruction par le froid. Le mieux est alors de ne cultiver que des cultivars résistants à l'hiver lorsque de tels dommages se produisent souvent (fig. 5).

Utilisations

Foin et ensilage

La luzerne récoltée pour le foin ou l'ensilage peut produire de forts rendements d'un fourrage des plus savoureux pour les animaux de ferme tout en possédant une excellente qualité nutritive et une grande digestibilité. Pour obtenir une productivité maximale, il est essentiel d'appliquer un bon régime d'exploitation à toutes les étapes de la production, soit la culture, la récolte et le stockage. On effectue en général une ou deux coupes par année dans les Prairies, et jusqu'à trois ou quatre dans les régions plus humides de la Colombie-Britannique, de l'Ontario, du Québec et des provinces de l'Atlantique. Les peuplements purs de luzerne produisent du foin ou de l'ensilage à forte teneur protéique comme complément à l'ensilage de maïs dans les rations pour bovins laitiers produites d'une façon économique à la ferme. Mais sa principale utilisation est sous forme de fourrage grossier pour le bétail. Il est clair que la régie de la luzerne doit s'adapter à la région dans laquelle la culture est produite et à sa destination finale.

Époque de la fenaison

À mesure que la luzernière passe par les stades végétatif, bouton et floraison, d'importantes modifications se produisent dans certaines composantes de la qualité; par exemple, la teneur protéique diminue, de même que la digestibilité, alors que le rendement de matière sèche augmente. Si la luzerne doit servir de complément protéique, mieux vaut la faucher au début du bourgeonnement; mais dans les cas d'utilisation comme principale composante fourragère de la ration, on recommande de la couper à 10% de la floraison.

Conservation

Il faut viser à conserver le plus de valeur nutritive possible de la culture sur pied. Au moment de la fenaison, les feuilles contiennent environ 50% de matière sèche et 70% de protéines. C'est donc l'abondance du feuillage qui détermine la qualité. Il faut par conséquent viser à conserver le plus de feuilles possible. Les pertes de feuilles constituent cependant un problème, en particulier dans les cas de conservation sous forme de foin séché au champ. Les pertes peuvent provenir du fait que les feuilles sèchent plus rapidement que les tiges, deviennent cassantes et se brisent ou qu'elles perdent leur valeur nutritive à cause des intempéries. La conservation de la luzerne sous forme d'ensilage réduit les risques de pertes de feuilles. Utiliser des faucheuses-conditionneuses munies de broyeurs de tiges qui permettent un séchage plus rapide et plus uniforme et réduisent au minimum les pertes de feuilles.

Stockage

Au moment de la fenaison, la luzerne contient de 70 à 80% d'humidité. Pour assurer une bonne conservation du foin, il faut abaisser sa teneur en eau de 20 à 25%. Si le foin est entreposé alors qu'il est trop humide, il chauffe et provoque la croissance de moisissures, ce qui entraîne une perte de la valeur alimentaire. Pour réduire la durée d'exposition aux intempéries, la méthode, qui consiste à faner le foin de luzerne au champ et à le ventiler artificiellement en grange, possède des avantages certains, en particulier dans les régions plus humides du Canada.

Le stockage de la luzerne sous forme d'ensilage gagne de plus en plus en popularité car il permet de conserver plus de substances nutritives que le foin. Mais l'ensilage en vert qui contient plus de 70% d'humidité donne lieu à des pertes par écoulement et peut-être à une mauvaise fermentation. Parce qu'elle réduit les pertes de matières nutritives au minimum, la production d'ensilage préfané (de 60 à 70% d'humidité) ou demi-sec (de 45 à 60% d'humidité) est devenue le mode de récolte et le système de conservation les plus populaires. Mais à mesure que la teneur en eau de la matière ensilée diminue, il faut sans cesse veiller à la tasser fermement dans le silo pour en exclure l'air, au risque de subir de fortes pertes de substances nutritives et une baisse de digestibilité de l'ensilage. Les cultures qui possèdent naturellement une teneur élevée en hydrates de carbone solubles comme le maïs fermentent rapidement en produisant beaucoup d'acide lactique, abaissent le pH et permettent d'obtenir un ensilage de haute qualité. Mais la luzerne est pauvre en hydrates de carbone et, de ce fait, ne se prête pas aussi bien à une bonne fermentation naturelle et rapide. Sa forte teneur protéique agit aussi comme un tampon ou une barrière à l'abaissement rapide du pH nécessaire à l'obtention d'une bonne fermentation. Il est néanmoins possible d'y ajouter des hydrates de carbone qui peuvent provenir de diverses sources comme les céréales, la poudre de lactosérum, la pulpe de betterave déshydratée et la mélasse. Par exemple, les hydrates de carbone sous forme de mélasse (de 2 à 5%) ou de grain (de 5 à 15%) sont recommandés et utilisés dans

l'ensilage de luzerne depuis plus de 50 ans. Toutes ces matières améliorent la fermentation et la valeur alimentaire de l'ensilage de luzerne.

Pâturage

Dès ses origines asiatiques comme plante de prairies, la luzerne a depuis longtemps été reconnue comme une légumineuse à pâturage supérieure qui convient à divers types de bestiaux de ferme. Les principaux avantages de la culture de la luzerne sont:

- une capacité de charge élevée des pâturages et de forts rendements de matière sèche et de protéines;
- une performance animale exceptionnelle, résultat d'une forte consommation spontanée;
- son excellence comme source de calcium, de magnésium et de phosphore;
- sa résistance à la sécheresse et sa capacité de repousser lorsque l'humidité revient;
- sa longévité comme plante vivace;
- sa forte productivité potentielle sur terre irriguée;
- et l'inutilité de la fumure azotée (car la luzerne obtient l'azote nécessaire par fixation symbiotique).

La luzerne offre une plus grande souplesse d'utilisation pour les productions animales que la plupart des autres légumineuses à pâturage. Grâce à son port dressé et à la rapidité de son regain, elle peut se récolter pour le foin, l'ensilage, l'ensilage demi-sec ou servir à la paissance. Cette souplesse est surtout importante au Canada où l'on a recours à des aliments stockés une bonne partie de l'année. La luzerne est une vivace de longue durée qui persiste de nombreuses années à condition d'être bien exploitée. De plus, sa résistance à la sécheresse assure une croissance saisonnière plus uniforme que la plupart des autres légumineuses et graminées cultivées au Canada. La création relativement récente de types de luzerne à racines traçantes et rhizomateuses destinée au pâturage a marqué un pas important dans l'accroissement de son utilité comme plante à pâturage. Le collet souterrain des luzernes à racines traçantes est moins sensible aux extrêmes de température hivernale qui règnent au-dessus du sol et aux dégâts causés par le piétinement des animaux et le compactage du sol attribuable aux machines agricoles.

Les plants de luzerne nécessitent un régime de paissance en rotation qui prévoit une période de rétablissement de 35 à 42 jours pour maintenir la vigueur des peuplements pendant plus de 2 à 3 ans. À moins que le taux de charge ne soit faible, la paissance continue entraîne inévitablement des réductions de peuplement dans toutes les régions. Le regain d'automne doit s'effectuer avant l'arrivée des gelées pour le bon maintien des peuplements.

La luzerne peut causer de la météorisation chez les ruminants sur pâturages luxuriants. Outre les pertes réelles dues au météorisme, il faut y ajouter une autre perte économique encore plus importante, à savoir la crainte de la météorisation qui restreint son utilisation dans les pâturages. En pareil cas, on cultive souvent la luzerne en mélange à parts égales avec des graminées adaptées localement de façon à éviter les problèmes de la météorisation. Les autres précautions à prendre consistent à éviter de faire pâturer sur des luzernières de stades végétatifs peu avancés, à ne jamais introduire des animaux affamés dans des peuplements luxuriants de légumineuses (mais les laisser plutôt se rassasier d'abord d'un fourrage grossier sec) et à expédier au parc d'engraissement les cas chroniques de météorisme. La solution ultime consiste à créer des cultivars de luzerne non météorisants. Les travaux de recherche et d'amélioration génétique visant à atteindre cet objectif se voient accorder une haute priorité parmi les chercheurs d'Agriculture Canada.

Produits déshydratés

La meilleure façon de conserver toute la qualité de la luzerne est de la transformer en produits déshydratés, à savoir des cubes, des agglomérés et du concentré protéique de feuilles qui sont tous commercialisables compte tenu de la qualité constante de leurs protéines et de leur teneur en provitamine A. L'utilisation de ces produits facilite la mécanisation des opérations de mélange et d'alimentation, et assure la pleine utilisation du matériel végétal produit.

La production de denrées déshydratées ne se fait pas à la ferme, mais à l'usine. L'entreprise doit toutefois être étroitement liée à la production agricole car c'est le coût du transport de la luzerne du champ à l'usine qui détermine sa rentabilité.

La production de luzerne à des fins de déshydratation offre plusieurs avantages aux producteurs, à savoir; l'enlèvement rapide des récoltes, peu importe les conditions atmosphériques; l'absence de piétinement du regain par le bétail; l'acquittement des coûts de main-d'œuvre et du matériel de récolte par le transformateur; l'absence de balles et de meules où peuvent se développer de mauvaises herbes; et la vente contractuelle d'une culture commerciale.

La «luzerne déshydratée» dans les rations d'entretien, de croissance, de finition des bovins et des moutons se compare à d'autres compléments protéiques pour ce qui est du taux de gain et de l'indice de consommation. Pour les chevaux, elle est fortement appréciée comme source de protéines, de minéraux, et surtout de calcium et de vitamines.

Les cubes et les agglomérés sont fondamentalement une forme de préparation du foin qui réduit les pertes de matière végétale et facilite la mécanisation, le transport et la commercialisation. Toutefois, la production de concentrés protéiques de feuilles suppose la séparation de concentrés protéiques du jus de la plante entière qui a été pressée par rupture des cellules de la matière végétale verte. Il s'agit d'un procédé appliqué en usine qui donne un produit propre à la consommation

humaine. La production en est encore au stade de la recherche et de l'expérimentation, mais pourrait devenir une réalité commerciale avant même la fin du siècle.

Amélioration du sol

La luzerne est rarement utilisée uniquement comme plante-abri ou engrais vert, mais elle est reconnue comme l'une des plus importantes cultures dans l'amélioration du sol lorsqu'elle est utilisée en rotation. Ses racines pivotantes et profondes ouvrent le sous-sol, et la décomposition des racines en place laisse de nombreux canaux qui améliorent la circulation de l'air et la percolation de l'eau.

La luzerne, bien inoculée, ne nécessite pas d'engrais azoté. L'azote atmosphérique, tiré des interstices du sol, est fixé par les bactéries des nodosités et est utilisé par les plantes. Ainsi, lorsque la plante est employée comme «engrais vert», elle reconstitue les réserves du sol en azote, en d'autres éléments nutritifs et en matières organiques, ce qui le rend plus productif, en améliore la structure et le drainage. On consomme aussi moins d'énergie pour le labourer. La luzerne peut assimiler des quantités considérables de substances nutritives à partir du sous-sol. L'enfouissement et la décomposition de la culture libèrent des éléments nutritifs (qui, autrement, n'auraient pas été rendus assimilables) concentrés dans la couche supérieure du sol, ce qui permet aux cultures subséquentes à enracinement superficiel de les utiliser pour leur croissance.

Production de semences

Le succès de la production de semences de luzerne repose sur la pollinisation croisée que font les abeilles (fig. 6). Plusieurs espèces, en l'occurrence les abeilles mellifères, les bourdons et les abeilles des terrains alcalins, ont été utilisées comme pollinisateurs de la luzerne à travers le monde, mais n'ont pas donné les résultats escomptés au Canada. En revanche, certaines espèces de mégachiles indigènes constituent nos plus efficaces pollinisateurs, encore que leur nombre ait diminué en raison de la perturbation ou de la destruction de leurs habitats naturels causées par les activités agricoles. À l'heure actuelle, peu de régions comptent assez de mégachiles indigènes pour polliniser efficacement la luzerne.

Heureusement, l'introduction de la découpeuse de la luzerne, *Megachile rotundata* (Fabricius) d'origine eurasiatique a ravivé les espoirs des marchands-grainiers de luzerne au Canada. L'utilisation de cette espèce comme pollinisatrice a fait de la production de semences un secteur agricole hautement spécialisé. À moins de faire appel à des services de pollinisation à forfait, le producteur de semences doit devenir un expert non seulement dans l'exploitation des luzernières de semence, mais aussi dans celle des abeilles destinées à les polliniser.

Outre la valeur de la production de semences, les abeilles elles-mêmes constituent une source de profit intéressante. Elles nécessitent néanmoins des investissements en matériel et en installations pour assurer la rentabilité de l'exploitation. Parmi les coûts dont il faut tenir compte

figurent ceux de l'hivernage et de l'incubation des abeilles, la lutte contre leurs parasites et leurs prédateurs naturels, ainsi que la construction de ruches et d'abris. On peut accroître la population des abeilles au cours des saisons favorables; il existe d'habitude un bon marché pour les excédents d'abeilles. De plus, les revenus tirés de la vente d'abeilles égalent souvent ceux provenant de celle des semences.

Le régime d'exploitation de la découpeuse de la luzerne exige l'application fidèle d'un calendrier de travaux annuels bien établis. Les abeilles hivernent sous forme de cocons entreposés à une température d'environ 4°C, lesquels sont ensuite incubés pendant environ trois semaines à 30°C pour que l'émergence des adultes coïncide avec la floraison de la luzerne. Une fois la femelle sortie de son cocon, elle s'accouple et commence à construire une cellule faite de découpures de feuilles pour ensuite y déposer un œuf. Elle construit ainsi plusieurs cellules successives dans des sortes de tunnels formés à partir de panneaux cannelés de bois laminé ou de polystyrène (fig. 7). Les matériaux qui servent à la construction du nid sont regroupés dans des abris situés à intervalles réguliers dans le champ à polliniser (fig. 8). Pour la production intensive de luzerne irriguée, il faut environ 50 000 mégachiles à l'hectare, chaque abri répondant aux besoins d'environ 1,2 ha. La production de luzerne sur terre aride nécessite moins de pollinisateurs. Les abeilles pollinisent les fleurs de luzerne pendant qu'elles recueillent le pollen et le nectar qui servent d'aliments aux larves qui se développeront dans les cellules. La larve parvenue à maturité tisse un cocon dans sa cellule. À la fin de la saison, on enlève les cellules des tunnels et on les entrepose pendant l'hiver pour compléter le cycle évolutif de la mégachile.

La régie de la luzerne pour la production de semences diffère du régime suivi pour la production fourragère. Les peuplements doivent être plus éclaircis que pour la production de foin car le surpeuplement se traduit par une baisse des rendements de semences. Le semis en lignes permet d'obtenir un écartement optimal des plants; on recommande des interlignes d'au moins 60 cm en irrigation et des écartements plus larges sur terres sèches. Il faut aussi maintenir assez faible la densité des plants sur la ligne: par exemple, pour un espacement de 60 cm (interplant) un taux de semis de 1 kg à l'hectare donnera un peuplement assez dense pour la production de semences. En dépit d'un ensemencement en lignes et d'un taux de semis plutôt faible, il se peut que le peuplement devienne trop dense dans les deux premières années suivant l'établissement des plants de sorte qu'une certaine forme d'éclaircissage s'avère nécessaire. L'écartement des lignes et la faiblesse du taux de semis facilitent non seulement le maintien d'une teneur en eau optimale du sol, mais aussi l'application d'herbicides, d'insecticides et de défoliants.

Étant donné la grande valeur des semences et des mégachiles, une forte proportion de la production canadienne de semences de luzerne est irriguée. La majeure partie des apports d'eau doit se faire avant le stade de la floraison pour maximiser la mise à fleurs; mais il faut restreindre l'irrigation au cours de la formation des gousses et des graines pour empêcher toute nouvelle croissance végétative.

Le désherbage est d'une importance capitale dans la production de semences de luzerne. N'établir des peuplements de semences que sur des terres exemptes de mauvaises herbes vivaces et envahissantes comme le chardon des champs, le laiteron et le chiendent. Il est possible de détruire la plupart des mauvaises herbes en combinant le hersage entre les lignes et l'utilisation d'herbicides. Mieux vaut faire appel à un malherbologiste ou à un vulgarisateur provincial pour obtenir les dernières recommandations concernant le désherbage, car le mauvais choix et l'application inconsidérée d'herbicides peuvent réduire considérablement les rendements de semences.

Les insectes nuisibles comme le charançon de la luzerne, les criquets, la punaise et le capside de la luzerne peuvent endommager les cultures de semences certaines années à des endroits bien déterminés. Le brûlage des luzernières au printemps peut aider à lutter contre les punaises et les capsides, mais cette pratique risque d'épuiser la matière organique du sol. Plusieurs insecticides sont recommandés pour les cultures de semences, mais ils ne doivent être utilisés qu'en cas d'infestation assez grave susceptible de causer des dégâts d'importance économique. Les abeilles sont très sensibles à la plupart des insecticides de sorte qu'il faut se montrer prudent dans la périodicité et les doses d'application.

L'andainage est à déconseiller dans beaucoup de régions à cause des problèmes que pose la vélocité des vents. Mieux vaut alors utiliser un défoliant comme le diquat, suivi directement par le moissonnage-battage. On doit apporter toute l'attention nécessaire aux réglages de la moissonneuse-batteuse pour réduire au minimum les pertes de graines au cours de la récolte. On conseille d'ordinaire de régler l'écartement des contre-batteurs à 6 mm et la vitesse du batteur à 1800 tours/minute. Régler les déflecteurs de façon à diriger le vent vers l'arrière de la grille pour faciliter la séparation des balles et des graines, et empêcher toute turbulence inutile sur la grille. Une grille inférieure à perforations rondes de 3 mm est préférable. Les moissonneuses-batteuses qui ramènent les graines non décortiquées au batteur pour les battre de nouveau donnent les meilleurs résultats.

Le Canada ne répond qu'à une faible proportion de ses besoins en semences de luzerne. La production actuelle se concentre dans les trois provinces des Prairies, et le reste (moins de 5%) se situe en Ontario et en Colombie-Britannique. Les possibilités de production de semences sont meilleures sur les terres irriguées du sud des Prairies où les températures diurnes élevées permettent des temps de vol et d'activité maximums aux découpeuses de la luzerne. Cela n'écarte pas la possibilité d'une production rentable de semences plus au nord et dans d'autres régions au Canada; toutefois les rendements seront moins élevés si la période de floraison est plus courte et si les abeilles sont actives moins longtemps au cours de la journée.

Il est possible d'obtenir des rendements de semences de 300 à 900 kg à l'hectare sur les terres irriguées de la partie sud des Prairies, mais des rendements de 150 à 300 kg à l'hectare sont considérés comme satisfaisants sans irrigation.

On peut facilement obtenir de plus amples renseignements sur la régie de la culture et l'exploitation des abeilles découpeuses de feuilles pour la production de semences. Communiquer avec la station de recherches à Lethbridge (Alb.) ou avec les vulgarisateurs provinciaux. Les associations d'éleveurs de mégachiles dans les provinces de l'Alberta, de la Saskatchewan et du Manitoba constituent aussi de bonnes sources de renseignements sur les divers aspects de la production de semences de luzerne.

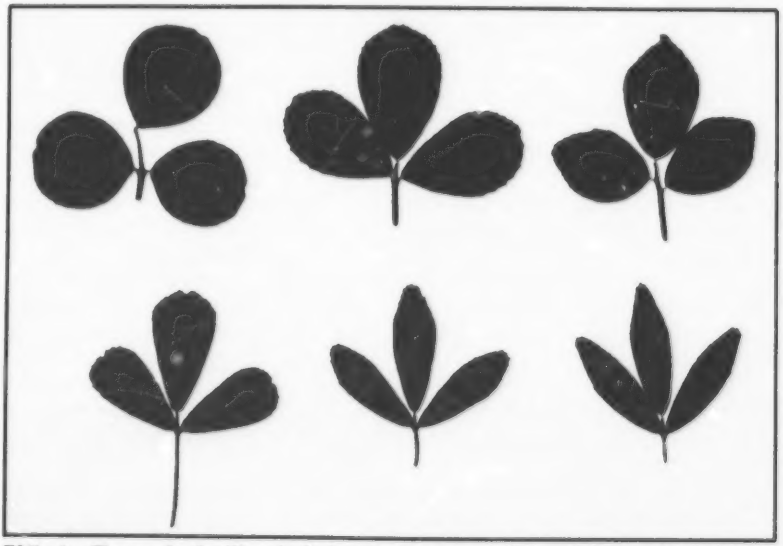


FIG. 1 Types de feuilles de la luzerne qui vont de presque ronde, *en haut à gauche,* à lancéolée, *en bas à droite.*

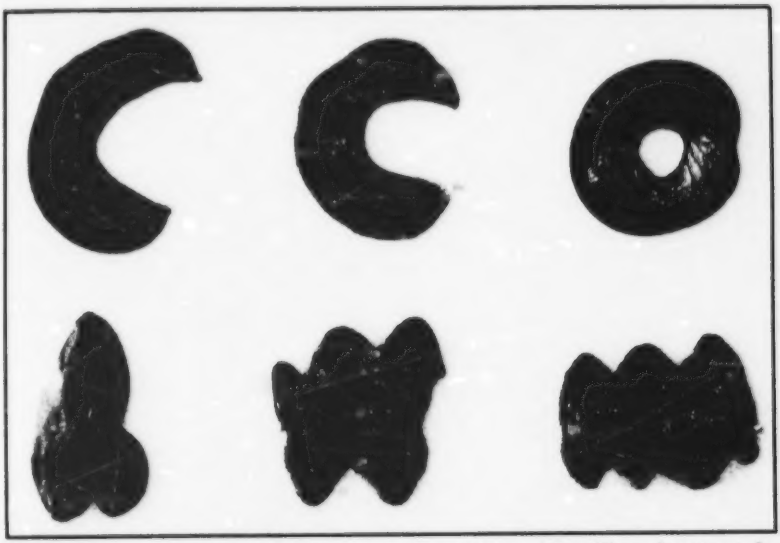


FIG. 2 Types de gousses de la luzerne qui vont du type à faucille, *en haut à gauche*, à celui d'hélice à trois spires, *en bas à droite*.

FIG. 3 Systèmes radiculaires de la luzerne. *De gauche à droite:* pivotant; fasciculé; rhizomateux; et traçant.

FIG. 4 Bonne nodulation sur la luzerne (*Medicago sativa*). Photo de J. Burton.

FIG. 5 Divers degrés de destruction par le fusil chez certains cultivars de luzerne à Swift Current (Sask.). A gauche, le Ranger et, à droite, le Du Puits.

FIG. 6 La découpeuse de la luzerne butine une fleur de luzerne. La fleur subit une fertilisation croisée par le pollen que la mégachile transporte de fleur en fleur.

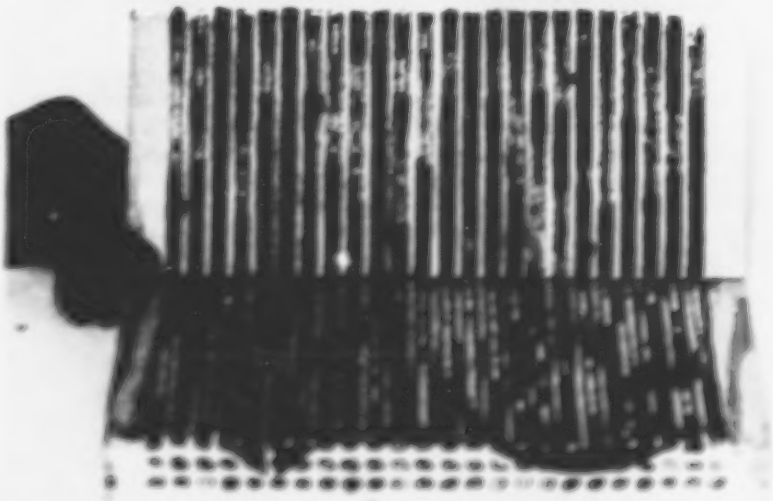


FIG. 7 Ce nouvel aménagement d'un mur d'abeille montre la construction et les cellules qui entourent les cocons. Les tunnels ont 6 mm de diamètre et environ 110 mm de profondeur.

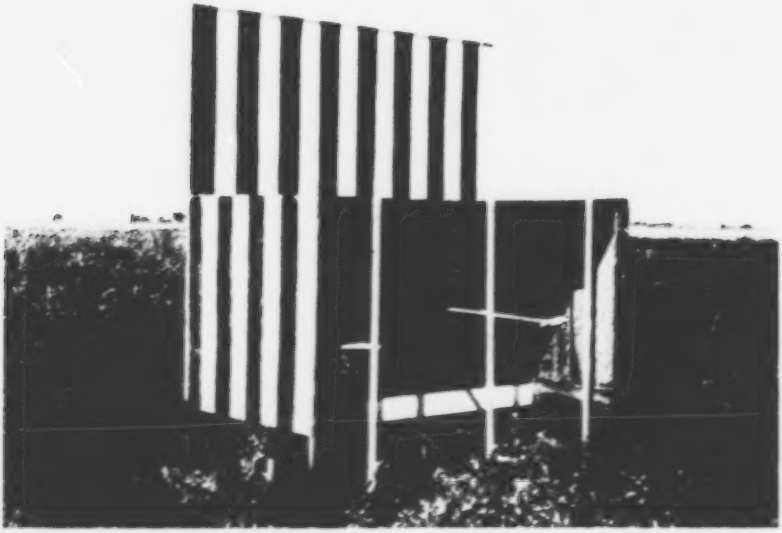


FIG. 8 Cet abri contient des nids destinés aux découpeuses de la luzerne. À noter que les brise-vents verticaux réduisent la turbulence de l'air dans l'abri; les bandes de couleurs variées aident les abeilles à retrouver leur nid.

Ennemis des cultures

Maladies

De nombreux champignons, bactéries, virus et nématodes s'attaquent à la luzerne. Ils infligent des millions de dollars de dégâts par année en réduisant le rendement et la qualité du fourrage. Les maladies qui affectent les racines et les collets de la luzerne ont tendance à causer des pertes plus considérables que celles qui s'attaquent aux tissus foliaires et caulinaires, car les racines et les collets atteints sont souvent très sensibles à la destruction par le froid.

Ce ne sont pas toutes les maladies décrites dans la présente publication et illustrées aux figures 9 à 23 qui représentent une importance économique au Canada. Certaines ne se rencontrent que rarement ou presque jamais dans certaines régions. En outre, la fréquence et la gravité de la plupart des maladies varient d'une saison à l'autre selon la température, les conditions d'humidité et certains autres facteurs. Les principaux moyens qui visent à réduire au minimum les pertes causées par les maladies consistent à utiliser des cultivars résistants et à recourir à de bonnes façons culturales et à d'excellentes méthodes de régie. La rotation des cultures contribue à réduire la fréquence de nombreuses maladies nuricoles et la fenaison précoce peut réduire les pertes dues en particulier aux maladies foliaires. Les pratiques destinées à favoriser la vigueur et la

persistance des luzernières aident en général les plants à résister aux maladies.

Flétrissure bactérienne

Cette maladie (fig. 9) causée par le *Corynebacterium insidiosum* (McCull.) Jensen se rencontre surtout dans les districts irrigués de l'ouest du Canada. Elle sévit aussi en Ontario, mais rarement ailleurs dans l'est du Canada ou dans la région aride de l'ouest de l'Ontario. Bien que cette maladie ait déjà été très grave, elle a perdu beaucoup de son importance à cause de la création et de la disponibilité de cultivars très résistants pour toutes les régions.

Les premiers symptômes se manifestent sur les racines où se forme une décoloration orangé jaunâtre à brun pâle dans la couche ligneuse (cortex) située immédiatement sous l'écorce des racines primaires, ce qui les distingue de l'apparence blanc crémeux des racines saines. Cette décoloration forme un anneau en coupe transversale et se répand finalement à toutes les parties ligneuses de la racine. Les symptômes sur les parties aériennes sont un rabougrissement et un jaunissement des plants qui se manifestent d'habitude en deuxième ou troisième année de croissance. Les pousses jaunies ne portent souvent que de petites feuilles recroquevillées en forme de gobelet et l'extrémité des pousses se flétrit par temps chaud. Des plants dont les racines sont complètement décolorées et dont les parties aériennes sont flétries survivent rarement à l'hiver.

Pourriture des bourgeons du collet

Ce complexe pathologique (fig. 10), causé par un groupe d'organismes comprenant le *Fusarium* spp., le *Rhizoctonia solani* Kühn et d'autres champignons, est largement répandu dans les cultures de luzerne à l'ouest du Canada. Il provoque de graves dégâts à partir de la deuxième année de croissance. Les bourgeons du collet s'infectent tôt au printemps et pourrissent au cours de la saison de végétation. Des lésions brun foncé ou noires se forment sur les bourgeons et s'étendent aux tissus du collet et des racines supérieures. Le développement médiocre des tiges et l'affaiblissement des plants entraînent l'éclaircissement des peuplements, ce qui facilite leur invasion par les mauvaises herbes. Certaines lignées très rustiques du *M. falcata* possèdent une résistance naturelle, mais il n'existe actuellement aucun cultivar résistant.

Pourridié hivernal ou moisissure des neiges

Cette maladie (fig. 11), causée par un champignon basidiomycète qui ne produit pas de spores et qui résiste aux basses températures, est très répandue et cause parfois des ravages considérables dans le centre et le nord de l'Alberta et de la Saskatchewan. On l'a également signalée dans le centre de la Colombie-Britannique. Le champignon se développe sous la neige durant l'hiver et au début du printemps, et s'attaque aux tissus du collet. Les symptômes se manifestent sous forme d'une pourriture brun

foncé des tissus du collet et des racines supérieures. Les infestations graves peuvent détruire les plants sous forme de grandes plages disséminées ici et là dans la luzernière. Les cultivars plus rustiques dont les collets sont bas ou souterrains résistent mieux aux dégâts causés par la maladie, mais il n'existe aucun cultivar résistant. Le *M. falcata* est moins sensible que le *M. sativa*.

Flétrissure verticillienne

Cette maladie (fig. 12), attribuée au *Verticillium albo-atrum* Reinke & Berth., est la plus meurtrière des maladies de la luzerne en Europe de l'Ouest et elle semble maintenant bien établie dans le nord-ouest des États-Unis. Plusieurs cas isolés ont aussi été signalés au Canada et les plus récents rapports font état de sa présence dans le sud de l'intérieur de la Colombie-Britannique.

Les symptômes précoces de la maladie consistent en un flétrissement temporaire des feuilles supérieures par temps chaud, suivi du flétrissement, du jaunissement et du dessèchement des feuilles inférieures. Les plants peuvent se rétablir en partie, mais les nouvelles pousses se flétrissent très vite. Les organes fructifères du champignon donnent aux tiges infectées une couleur grisâtre qui tourne ultérieurement au noir. Une décoloration brun foncé se forme dans les tissus vasculaires extérieurs de la tige. Le traitement des semences permet d'endiguer la dissémination du champignon par les semences infectées. Toutefois la maladie se propage aussi par les débris végétaux, et plusieurs espèces de mauvaises herbes et de cultures hébergent le champignon. Certains cultivars résistants ont été créés en Angleterre, en Suède, en France et au Danemark. La sélection phytogénétique semble offrir certains espoirs dans la lutte contre la maladie advenant qu'elle prenne des proportions considérables en Amérique du Nord.

Pourridié phytophthoréen

Cette maladie (fig. 13), causée par le *Phytophthora megasperma* Dreschsl., se rencontre surtout dans les sols détrempés et mal drainés au cours de longues périodes de temps pluvieux ou par suite d'une irrigation excessive. Elle revêt une grande importance en Ontario, mais elle a aussi été signalée ailleurs au pays. Le symptôme typique est une pourriture des racines pivotantes à diverses profondeurs dans le sol. Des îlots brun foncé apparaissent sur les racines, peuvent s'étendre à la couronne et finissent par tuer le plant. Les plantules sont particulièrement sensibles, mais la maladie peut affecter des plants de tous âges. Plusieurs cultivars de luzerne ont été sélectionnés pour leur résistance à la maladie, dont deux (Apollo et 120) sont recommandés en Ontario.

Les récentes recherches sur la soi-disante «fatigue de la luzerne» dans le centre de l'Alberta donnent à penser que le pourridié phytophthoréen est au moins en partie responsable de la croissance médiocre de la luzerne dans les sols où la culture a déjà donné de bons résultats la première fois dans la rotation. Lorsque la luzerne est semée pour la

deuxième ou troisième fois, la germination est d'ordinaire bonne, mais les plantules sont rabougries, filiformes, jaunies et pas assez nodulées. Le pourridié phytophthoréen est l'un des champignons isolés qui pousse sur les parties infectées des racines de ces plantules. Des programmes d'amélioration génétique sont en cours en vue de créer des cultivars résistants pour le centre et le nord de l'Alberta et l'est du Canada. Le champignon est difficile à isoler et pourrait s'avérer plus répandu que prévu au Canada.

Pourridié fusarien

Les pourritures des racines (fig. 14) causées par un certain nombre d'espèces de *Fusarium* sont très répandues, mais particulièrement dévastatrices au Québec et dans les provinces de l'Atlantique. Les premiers symptômes qui apparaissent dans les parties aériennes sont l'enroulement des bords des feuilles, suivi par un flétrissement; on constate la présence de bandes brunes dans la partie ligneuse de la racine. Les dégâts ultérieurs de la racine vont de petits îlots pourris au dessèchement complet de la racine et du collet. La pourriture se manifeste souvent à la suite de lésions qui se produisent sur les tissus de la racine ou du collet. Il n'existe actuellement aucun cultivar résistant.

Tache commune

Cette maladie (fig. 15), causée par le *Pseudopeziza trifolii* (Biv.-Bern.) Fckl. f. sp. *medicaginis-sativa···e* Schmiedeknecht, autrefois appelé *P. medicaginis*, se rencontre partout où l'on cultive de la luzerne. Comme beaucoup d'autres maladies foliaires, elle a tendance à être plus grave dans l'est du Canada, mais revêt rarement une importance économique dans les régions plus arides de l'Ouest. Des relevés effectués au Québec ont révélé que la tache commune est la plus dévastatrice de la plupart des maladies foliaires. Elle se caractérise par de petites taches circulaires brunes ou noires sur les folioles. Un disque un peu plus pâle et soulevé se forme dans le centre des vieilles taches. Les feuilles atteintes jaunissent et tombent prématurément à mesure que progresse la maladie. Dans les cas d'infection, la fenaison précoce contribue à réduire les pertes.

Tache leptosphærulinienne

La tache leptosphærulinienne, type de tache foliaire (fig. 16) attribué au *Leptosphaerulina briosiana* (Pall.) Graham & Luttrell, est parfois plus grave que la tache commune. Elle a déjà atteint des proportions épiphytiques dans l'est et le centre des États-Unis. Des études menées au Québec révèlent que l'importance des dégâts causés par cette maladie se compare à celle provoquée par la tache commune. Seules les jeunes feuilles sont infectées et les plus graves dégâts apparaissent sur les jeunes pousses qui se développent après la coupe au cours des étés frais et pluvieux. Les symptômes foliaires se manifestent sous forme de petites taches noires entourées d'un halo de couleur claire. Cette «tache poivrée» peut demeu-

rer inchangée ou s'étendre pour former des «taches ocellées» rondes à centres de couleur tan et à bordures brun foncé, souvent entourées d'une zone jaunie. La feuille entière peut mourir et les folioles mortes demeurent attachées à la tige pendant quelque temps. On ne connaît aucun moyen de lutte efficace.

Tache stemphylienne

Cette maladie (fig. 17) causée par le *Stemphylium botryosum* Wallr. se rencontre dans l'est du Canada, mais elle est d'habitude peu importante. Des taches ovales ou irrégulières à centres creux se manifestent sur les folioles. Elles sont en général brun foncé avec des centres plus clairs et sont souvent encerclées d'un halo jaune pâle. Les vieilles taches montrent des anneaux concentriques qui ressemblent à une cible. Une seule grande tache sur une foliole suffit pour provoquer la chute de la feuille et ainsi occasionner de lourdes pertes. Il n'existe pas de cultivars résistants, mais les cultivars actuels manifestent une sensibilité variable.

Tige noire printanière

Cette maladie (fig. 18) due au *Phoma medicaginis* Malbr. & Roum. se rencontre virtuellement dans toutes les régions du Canada où l'on cultive de la luzerne et est favorisée par le temps frais et humide. De petites taches brun foncé irrégulières se forment sur les feuilles inférieures. Ces taches se fusionnent à mesure qu'elles augmentent de taille et les feuilles tournent au jaune et tombent. Les taches qui apparaissent sur les tiges deviennent noires, s'étendent et se fusionnent, finissent parfois par encercler et tuer les jeunes pousses. Les peuplements destinés à la production de semences sont souvent gravement atteints puisque la maladie a toute la saison de végétation pour se développer. L'organisme responsable hiverne sur les tiges et les feuilles mortes de luzerne de sorte que le brûlage des déchets de culture constitue un moyen de lutte efficace dans les luzernières destinées à la production de semences ou de fourrages.

Tache jaune

Cette maladie (fig. 19) causée par le *Leptotrochila medicaginis* (Fckl.) Schüepp est répandue comme la tache commune dans toutes les principales régions productrices de luzerne, mais elle est d'ordinaire considérée comme moins destructrice. Toutefois, des études effectuées dans le centre et le nord de l'Alberta révèlent que les pertes attribuées à la tache jaune correspondent à peu près à celles causées par plusieurs autres maladies foliaires et caulinaires réunies. Les symptômes se manifestent sous forme de taches jaunes allongées qui se forment parallèlement aux nervures des folioles et qui s'étendent parfois de la nervure médiane aux bords de la feuille. De nombreux organes fructifères minuscules de couleur orangée à noire se forment linéairement sur les parties atteintes de la face supérieure des feuilles. Les taches apparaissent à l'occasion sur les tiges. Comme pour la plupart des autres maladies foliaires, la fauche

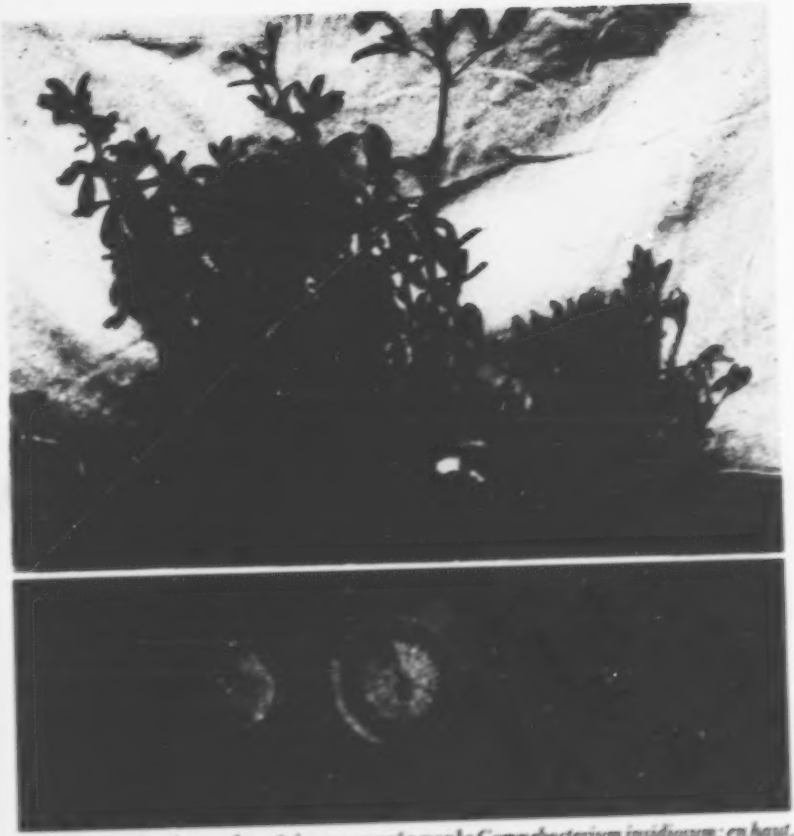


FIG. 9 La flétrissure bactérienne causée par le *Corynebacterium insidiosum*: *en haut*, plant de luzerne sain, *à gauche*, et malade, *à droite*; *en bas*, coupes transversales de racines saines, *à gauche*, et malades, *au centre*, *à droite*. Photos de F.I. Frosheiser.

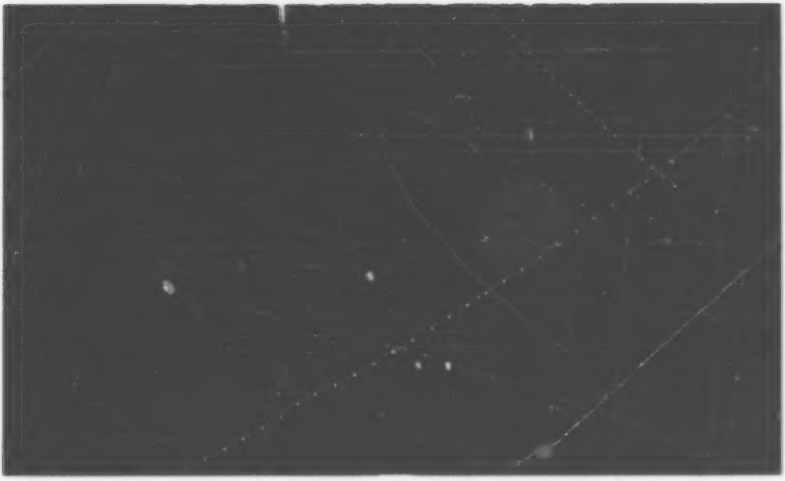


FIG. 10 La pourriture des bourgeons du collet causée par le *Fusarium* spp., le *Rhizoctonia solani*, etc. provoque l'apparition de lésions brun noir sur les bourgeons du collet et des racines supérieures. Photo de E.J. Hawn.

FIG. 11 Le pourridié hivernal ou moisissure des neiges causé par un basidiomycète qui ne produit pas de spores et qui résiste aux basses températures montrant la gravité croissante des dégâts. Photo de J.D. Smith.

FIG. 12 Flétrissure verticillienne *(Verticillium albo-atrum). En haut:* plant de plein champ; *au centre:* affections de la feuille et de la tige; *en bas:* racines saines *(à gauche)* et trois racines malades (à droite). Photos de Mr. R. Hanna.

FIG. 13 *à gauche* Le pourridié phytophthoréen causé par le *Phytophthoa megasperma* montre divers degrés de gravité de la maladie. Photo de F.I. Frosheiser.

FIG. 14 *à droite* Le pourridié fusarien causé par le *Fusarium* spp. provoque le pourrissement de la racine et du collet. Photo de C. Richard.

FIG. 15 La tache commune causée par le *Pseudopeziza trifolii* montre des symptômes avancés de maladie. Photo de R. Michaud.

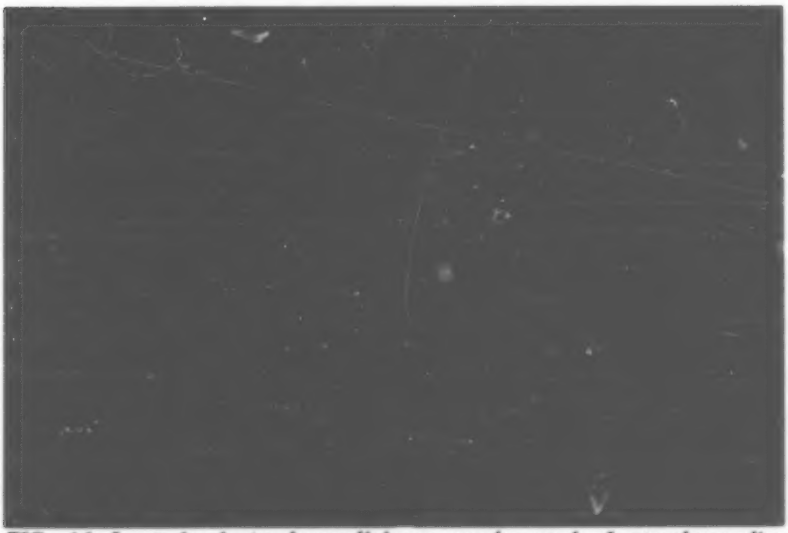


FIG. 16 La tache leptosphaœrulinienne causée par le *Leptosphaœrulina briosiana* montre de petites taches noires encerclées d'un halo. Photo de R. Michaud.

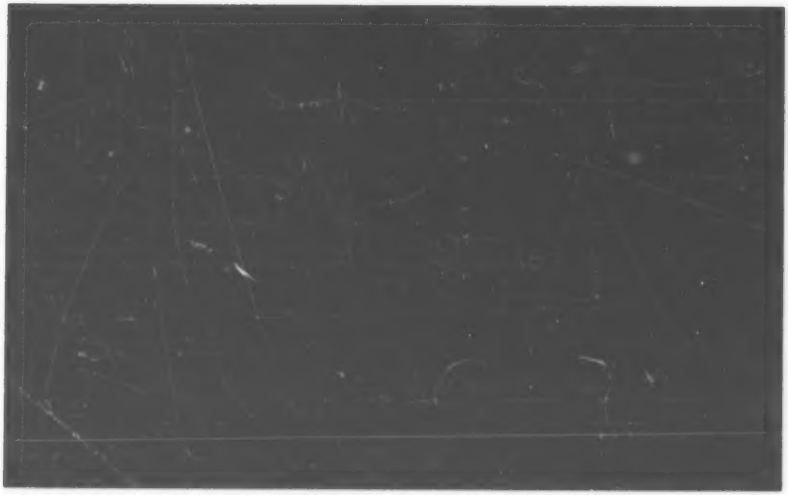


FIG. 17 La tache stemphylienne, causée par le *Stemphylium botryosum* montre de grandes taches ovales ou irrégulières, brun foncé et pourvues de centres surbaissés plus clairs. Photo de F.I. Frosheiser.

FIG. 18 La tige noire printanière causée par le *Phoma medicaginis* montre des taches sur les tiges et les feuilles. Photo de F.I. Frosheiser.

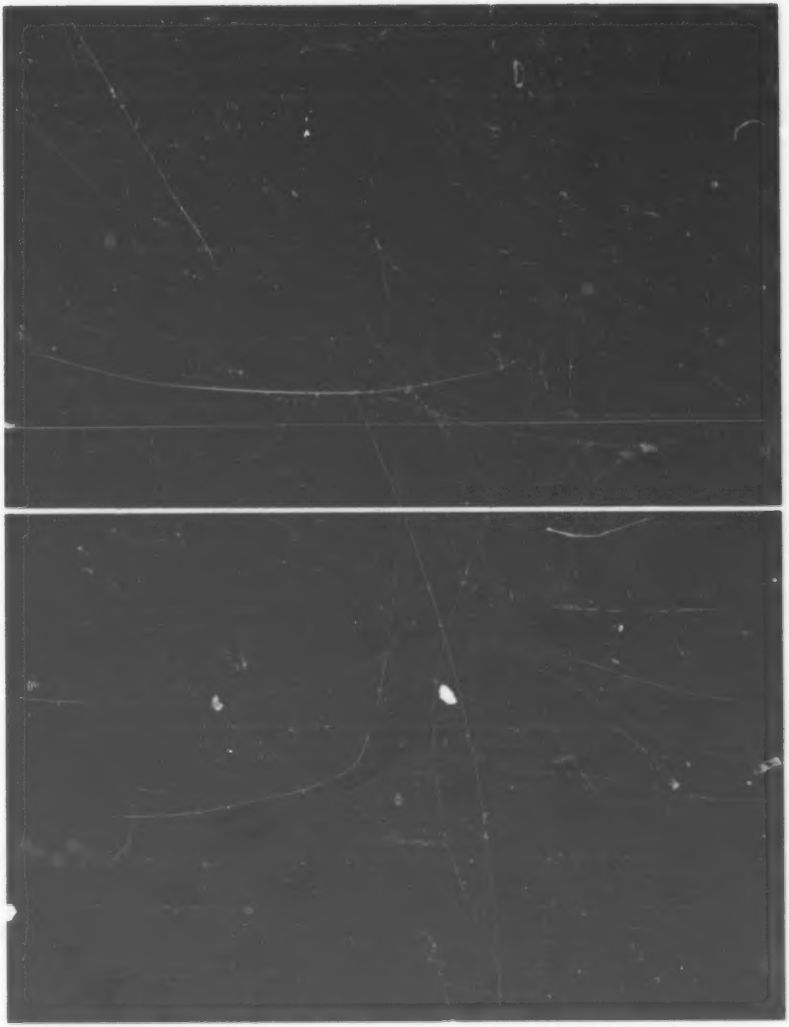


FIG. 19 Tache jaune *(Leptotrochila medicaginis).* Les taches jaunes sont allongées et parallèles aux nervures des feuilles aux stades précoces, *en haut,* et aux stades avancés, *en bas.* Photos de W.B. Berkenkamp et de D.L. Stuteville respectivement.

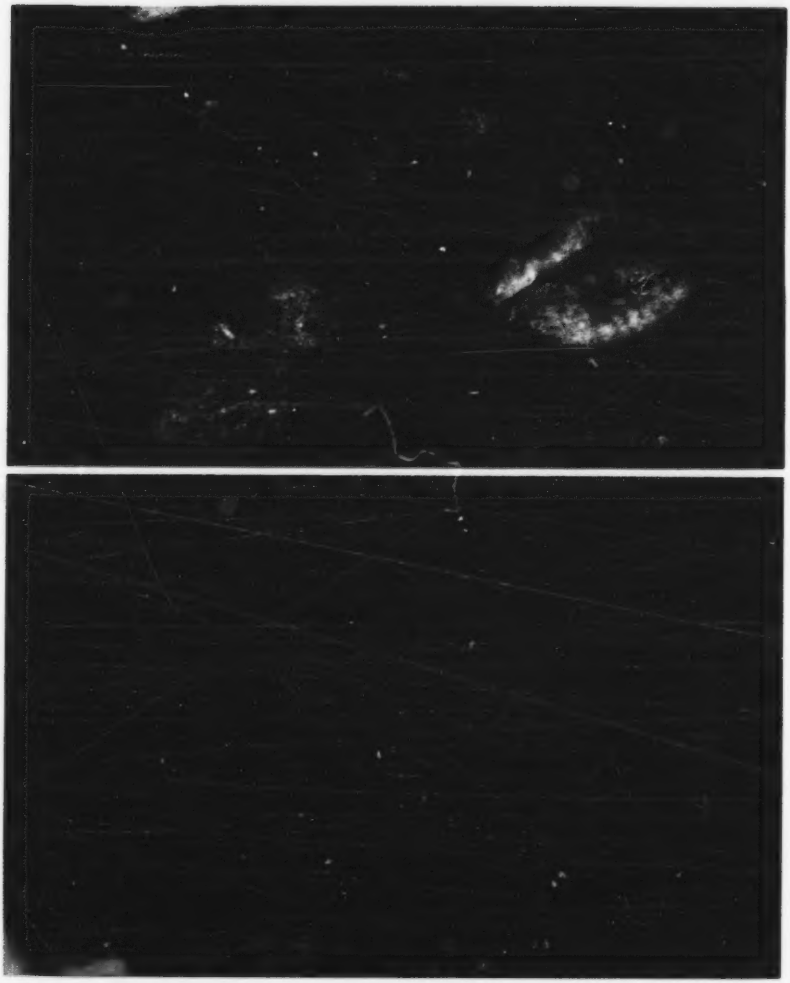


FIG. 20 Mildiou *(Peronospora trifoliorum)* avec les symptômes caractéristiques des feuilles, *en haut,* et le duvet fongique de couleur blanche à pourpre, *en bas,* sur les parties supérieures et inférieures d'une feuille. Photos de W.B. Berkenkamp et de D.L. Stuteville respectivement.

FIG. 21 Le nématode des tiges, le *Ditylenchus dipsaci*, montre des tiges décolorées et nanisées, des nœuds épaissis et des entre-nœuds raccourcis. *À droite*, racines malades; *à gauche*, racines saines. Photo de E.J. Hawn.

FIG. 22 Nématode cécidogène du nord *(Meloidogyne hapla);* plant sain au centre, et plants malades de chaque côté avec leurs racines très ramifiées et de nombreuses écorchures. Photo de R.N. Peaden.

FIG. 23 Le nématode radicicole, le *Pratylenchus penetrans*, montre une racine saine de luzerne, *à gauche*, et une racine malade, *à droite*, pourvue de radicelles fortement réduites et affichant une racine pivotante et des radicelles décolorées. Photo de C.B. Willis.

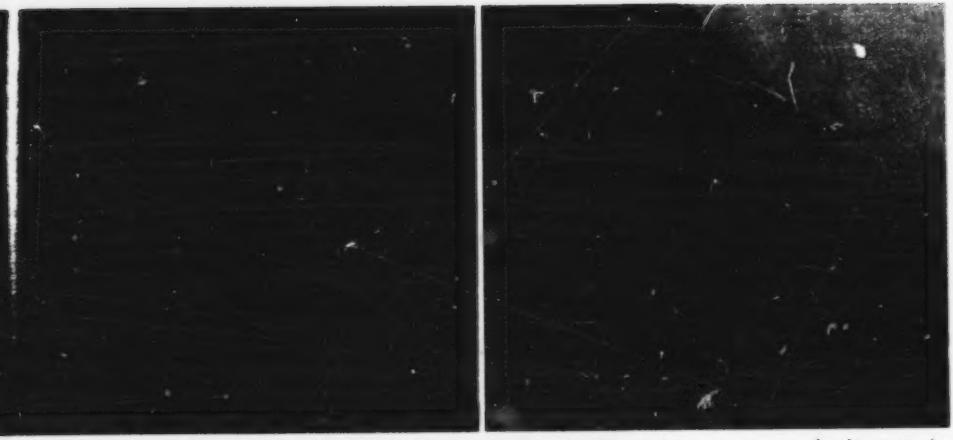


FIG. 24 Puceron du pois, l'*Acyrthosiphon pisum*, sur une feuille de luzerne: *à gauche*, insectes à divers stades de développement et, *à droite*, un adulte grossi. Photos de C.H. Craig et A.M. Harper respectivement.

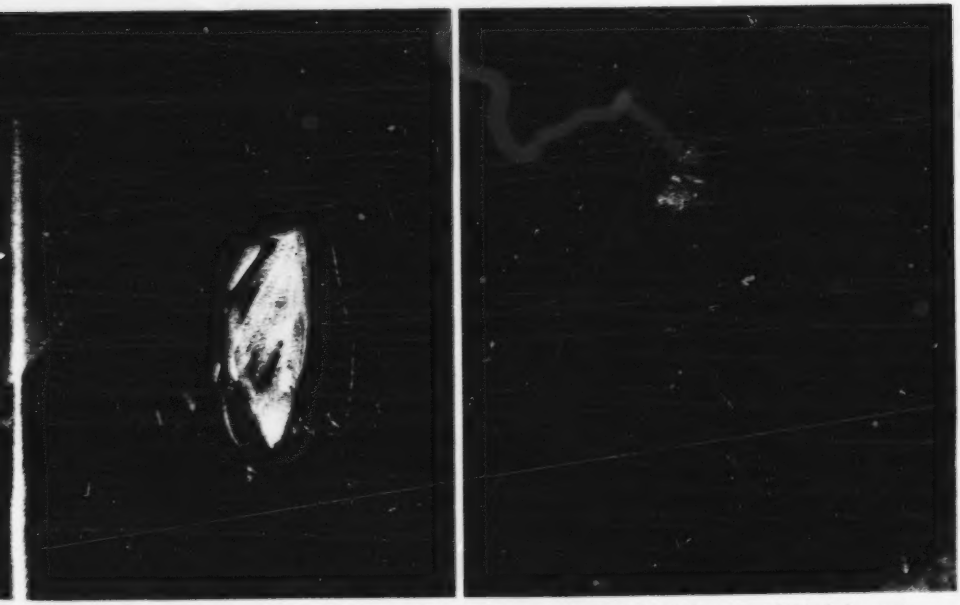


FIG. 25 Punaise du genre *Lygus (Lygus sp.)* sur la luzerne. Photo de K.W. Richards.

FIG. 26 Capside de la luzerne, *l'Adelphocoris lineolatus*, sur une foliole de luzerne. Photo de A.M. Harper.

FIG. 27 Charançon de la luzerne, le *Hypera postica*, adulte. Photo du Département d'entomologie de l'université Purdue.

FIG. 28 Larves du charançon de la luzerne dévorant une foliole de luzerne. Photo de R.R. Kriner.

FIG. 29 Larves de l'agromyze de la luzerne, l'*Agromyza frontella* et piqûres de nutrition. Photo de R. Michaud.

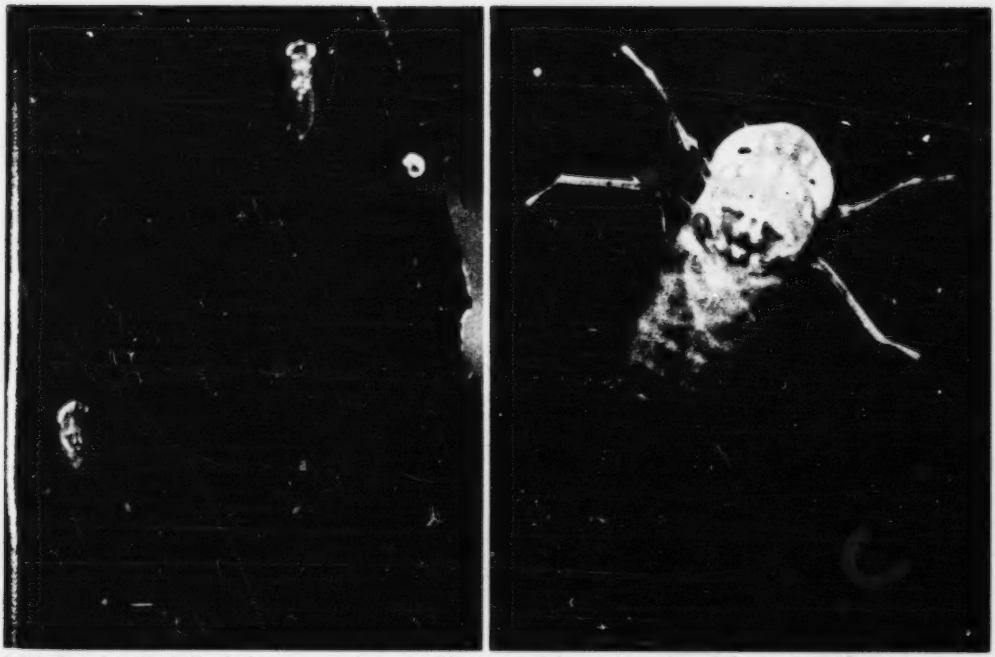


FIG. 30 La cicadelle de la pomme de terre, l'*Empoasca fabaæ: à gauche,* adulte et nymphe sur une foliole de luzerne; *à droite,* un adulte grossi. Photos de G.R. Manglitz et de R.R. Kriner respectivement.

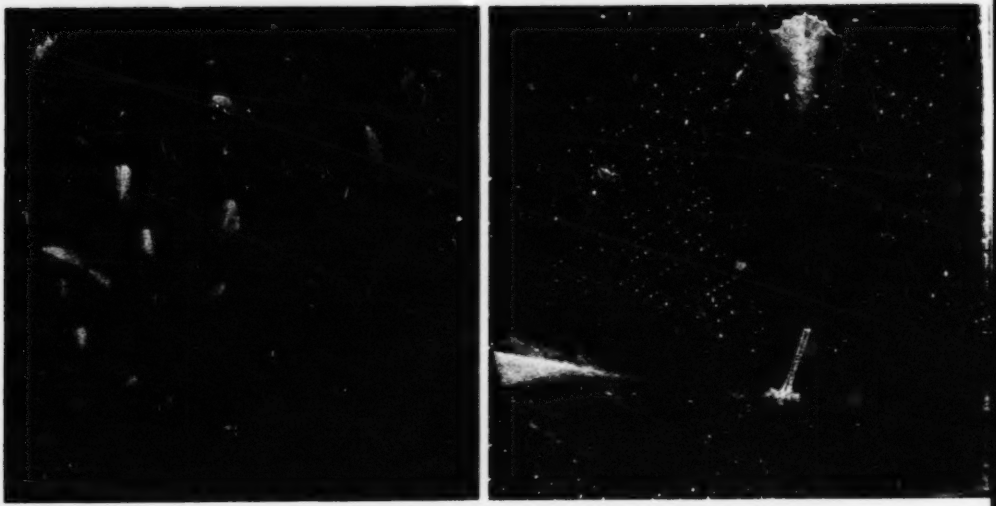


FIG. 31 Symptômes caractéristiques de la brûlure *(à gauche)* et des piqûres de ponte *(à droite)* causés par la nutrition de la cicadelle de la pomme de terre. Photos de R.A. Byers et de R. Michaud respectivement.

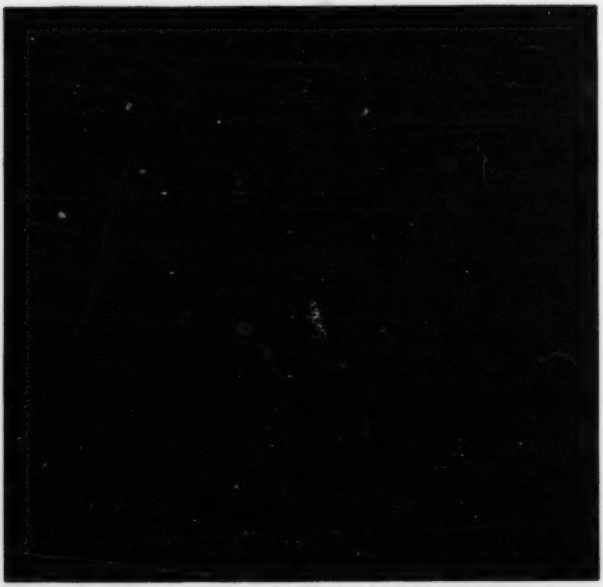


FIG. 32 Criquet sur luzerne. Photo de R.E. Underwood

précoce avant que ne se produisent des pertes considérables de feuilles tend à réduire la fréquence de la maladie sur le regain.

Mildiou

Ce genre de mildiou (fig. 20) attribuable au *Peronospora trifoliorum* de Bary est une maladie de temps frais très répandue dans les régions productrices de luzerne au Canada, sans causer toutefois de dégâts considérables. Les symptômes prennent la forme d'une coloration vert clair chez les feuilles supérieures, d'un nanissement des pousses, ainsi que d'une torsion et d'un enroulement des feuilles supérieures de la tige. La face inférieure des feuilles se couvre d'un fin duvet fongique de couleur grise. Il est recommandé de faucher les peuplements infectés; par temps chaud et sec, il y a de bonnes chances pour que le regain échappe à une nouvelle infection.

Nématode des tiges

Le nématode des tiges, le *Ditylenchus dipsaci* (Kühn) Filipjev, est responsable d'une des nombreuses maladies de la luzerne causées par le groupe d'organismes connus sous le nom de nématodes ou anguillules. Les pertes importantes attribuables à cette maladie (fig. 21) au Canada se limitent aux districts irrigués du sud de l'Alberta. Le nématode envahit les bourgeons du collet qui se gonflent et se rompent facilement. Les pousses qui proviennent des bourgeons infectés sont très nanisées et ont des nœuds épaissis et des entre-nœuds raccourcis. Les tissus infectés des pousses se plissent et se décolorent. Les plants atteints, dispersés ici et là, peuvent manifester le symptôme du «drapeau blanc»: une ou plusieurs pousses atteintes sont complètement dépourvues de couleur verte et sont en général de taille un peu plus faible. Les cultivars résistants constituent le seul moyen de lutte pratique. Le nématode des tiges est porteur d'une bactérie de flétrissure et influe définitivement sur le développement de cette maladie, autant chez les cultivars sensibles que résistants. Le Treck est le seul cultivar homologué au Canada qui soit résistant à ce nématode.

Nématode cécidogène du Nord

Ce nématode, le *Meloidogyne hapla* Chitwood, est répandu dans l'est du Canada. Il parasite les racines des plants de luzerne et cause la formation d'écorchures caractéristiques (fig. 22). Les symptômes comprennent: le nanissement des plants, la réduction des peuplements, la formation d'écorchures et une ramification excessive des racines. Les jeunes plantules peuvent mourir par suite d'une infection grave, même si les racines ne montrent pas d'écorchures. L'infestation par ce nématode favorise la flétrissure bactérienne ainsi que les pourritures du collet et des racines. La sélection pour la résistance devrait finalement donner lieu à la création de cultivars résistants adaptés aux régions du Canada où ce nématode nuit à la production de la luzerne.

Nématode radicicole

Le nématode *Pratylenchus penetrans* (Cobb) Filipjev & Stekhoven se rencontre aussi partout dans l'est au Canada. L'importance des pertes causées par ce nématode (fig. 23) est encore inconnue, mais celui-ci contribue à réduire le rendement fourrager et à éclaircir les peuplements. Il se nourrit à l'intérieur des tissus racinaires, ce qui empêche les observateurs non avertis d'identifier facilement l'infestation. La présence du nématode radicicole, comme celle d'autres nématodes de la luzerne, influe sans aucun doute sur le développement de la flétrissure, de la pourriture des racines et d'autres maladies. La sélection pour la résistance offre certains espoirs comme moyen de lutte. La rotation qui comprend certaines cultures résistantes peut s'avérer nécessaire.

Insectes nuisibles

La luzerne est très savoureuse, non seulement pour les bestiaux mais aussi pour beaucoup d'insectes. Tous les insectes qui nuisent aux plants de luzerne peuvent réduire les rendements de fourrages et de semences. Certains s'attaquent aux fleurs ou aux graines de la luzerne, mais causent peu de dégâts directs aux parties végétatives. On peut lutter contre la plupart des insectes nuisibles par l'application d'insecticides de diverses sortes, mais il faut veiller à ne pas laisser de résidus dans les pâturages et le fourrage, et à ne pas détruire les pollinisateurs ni les parasites utiles. Une combinaison de façons culturales, de méthodes biologiques et chimiques peut venir à bout de certains ravageurs.

Les figures 24 à 32 ont pour objet d'aider à l'identification visuelle des insectes nuisibles et des symptômes végétaux correspondants.

Puceron du pois

Le puceron du pois (fig. 24), l'*Acyrthosiphon pisum* (Harris), se rencontre partout au Canada et représente le parasite le plus commun de la luzerne. C'est un petit insecte (de 1 à 2 mm de longueur) vert, à corps mou, qui reste presque immobile sur les plants. Tous les jeunes sont aptères, mais les adultes peuvent être ailés ou sans ailes. Leur façon de se nourrir est de percer les tissus végétaux pour en sucer la sève. Les symptômes apparaissent sous la forme de perforations ou de marques blanches sur les feuilles laissées par les pucerons en quête de nourriture, par une croissance rabougrie, filiforme ou fragile des plants, par le jaunissement et finalement par la chute des feuilles. Le puceron du pois cause des dégâts plus importants sur terres irriguées que non irriguées. Les infestations graves qui surviennent dans des régions bien déterminées peuvent causer des dégâts considérables. Les infestations sont plus fortes par temps frais au printemps et en début d'été. La première coupe de luzerne n'est d'ordinaire pas très endommagée, mais les dégâts causés à la seconde coupe peuvent être substantiels car les populations de pucerons atteignent des sommets à la fin de juillet ou au début d'août. Les moyens de lutte sont: une bonne régie des luzernières de façon à mainte-

nir une croissance vigoureuse; les traitements insecticides; et le recours aux parasites naturels pour réduire les infestations. La fenaison précoce peut également contribuer à réduire les dégâts.

Punaises

Le groupe de punaises qui comprend certaines espèces des genres *Lygus*, *Adelphocoris* et *Plagiognathus* (fig. 25 et 26) compte parmi les principaux ravageurs des cultures de semences, mais non de fourrages, de la luzerne. Les symptômes sont une floraison médiocre, la coulure, le blanchissement et le dessèchement des boutons floraux, ainsi que la chute des fleurs avant leur pleine ouverture. Les plants sont souvent rabougris, desséchés et de couleur brune. Il en résulte une mauvaise nouaison et la présence de graines ratatinées à la récolte. Les moyens de lutte comprennent le brûlage des chaumes et de la paille de luzerne tôt au printemps pour détruire les œufs du genre *Adelphocoris* et les adultes du genre *Lygus*. Dans les luzernières traitées, il est possible d'appliquer des insecticides au début de la floraison alors que dans les luzernières non traitées, les insecticides peuvent s'appliquer au début du bourgeonnement. Dans les deux cas, les traitements insecticides doivent s'effectuer avant l'arrivée des mégachiles dans le champ.

Charançon de la luzerne

Cet insecte (fig. 27 et 28), l'*Hypera postica* (Gyllenhal), se rencontre en Ontario et en Alberta et constitue l'un des ravageurs les plus dévastateurs de la luzerne. L'adulte est un coléoptère brun à rostre, portant une bande sur le milieu du dos. La larve a une tête noire, un corps vert jaunâtre et possède trois bandes dorsales blanches. Les jeunes larves se nourrissent d'abord des méristèmes apicaux des plants et, de plus en plus, des feuilles ouvertes qui deviennent bientôt des squelettes desséchés et tournent au grisâtre ou au blanchâtre. Les larves s'attaquent aussi aux boutons floraux et peuvent réduire considérablement les rendements de semences. La première coupe effectuée en temps opportun permet d'interrompre le développement du charançon et détruit la plupart des œufs, des larves et des pupes avant qu'ils parviennent à maturité. Certains parasites naturels réduisent les populations de charançons; mais lorsque celles-ci ne sont pas tenues en échec, des traitements chimiques bien synchronisés peuvent s'avérer nécessaires, surtout pour la production de semences.

Agromyze de la luzerne

Cet insecte (fig. 29), l'*Agromyza frontella* (Rondani), est un parasite relativement nouveau dans l'est du Canada. Il hiverne sous forme de pupe d'où émerge une petite diptère adulte à la fin de mai ou au début de juin. La présence de nombreuses petites piqûres de nutrition faites par les adultes sur les folioles constitue la meilleure façon de déceler sa présence. Les œufs sont déposés dans les folioles de la luzerne et les larves se nourrissent du parenchyme situé entre les deux téguments des folioles, ce

qui leur donne une apparence irrégulièrement marbrée. On observe au moins trois générations par année dans l'est de l'Ontario, à intervalles d'environ 30 jours. Les dégâts causés au feuillage entraînent des pertes par le percement des galeries à l'intérieur des feuilles ou la chute des feuilles. La première coupe précoce permet de prévenir des dégâts considérables, mais les infestations qui peuvent suivre ne correspondent pas aux dates de fenaison. Pour se prémunir contre ces infestations ultérieures, il faut alors utiliser des moyens chimiques au moment de la formation des petites perforations. On n'a pas encore déterminé l'importance des baisses de qualité et de rendement fourrager provoquées par les infestations de l'agromyze.

Cicadelle de la pomme de terre

La cicadelle de la pomme de terre (fig. 30 et 31), l'*Empoasca fabaæ* (Harris), est l'une des espèces les plus importantes de cicadelles qui s'attaquent à la luzerne dans l'est du Canada. C'est un petit insecte vert clair triangulaire d'environ 2 à 3 mm de longueur. La nymphe est vert jaunâtre et possède la particularité de se déplacer latéralement. Les adultes comme les nymphes percent les feuilles et les tiges, et sucent la sève des plantes, causant ainsi de graves dommages. Ils transmettent également des virus. Les symptômes apparaissent sous forme d'un rabougrissement du plant et d'un jaunissement ou rougissement des feuilles en forme de V à partir du centre de la feuille vers l'extérieur. Les insecticides n'empêchent pas la maladie de se propager. En cas d'infestations graves sur la luzerne fraîchement ensemencée, pulvériser un insecticide.

Criquets

Ces insectes (fig. 32) qui appartiennent aux genres *Melanoplus, Camnula* et à d'autres genres n'infestent pas régulièrement les légumineuses, mais peuvent parfois déclencher des foyers dans l'ouest du Canada. Les criquets peuvent migrer de régions non cultivées vers des luzernières. Ils dévorent complètement ou en partie les feuilles, les tiges et les gousses, éclaircissant ainsi les peuplements à partir de la lisière vers l'intérieur. Ils s'attaquent aussi bien à la graminée qu'à la luzerne dans les mélanges. Dans l'ouest du Canada, les cartes de prévision des infestations de criquets montrent l'étendue et la gravité des foyers d'infestation prévus pour la saison suivante. Comme moyens de lutte, le déchaumage à l'automne détruit certains œufs et le hersage au printemps élimine la nouvelle croissance végétale (la source d'aliments) au moment où éclosent les œufs. Les traitements chimiques sont les seuls moyens de lutte efficaces et peuvent s'avérer nécessaires lorsque la culture est menacée.

Autres insectes

Divers autres insectes s'attaquent à l'occasion à la luzerne. Il s'agit des vers-gris, des thrips, du chalcis des graines de la luzerne, du charançon des racines du trèfle et de l'autographe de la luzerne. Pour de plus amples

renseignements sur les moyens de lutte, consulter les feuillets d'information publiés par les ministères provinciaux de l'Agriculture.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier plusieurs chercheurs pour leur précieuse collaboration à l'étude des parties du présent bulletin relatives à leurs champs d'activité respectifs et pour les suggestions et les informations utiles qu'ils leur ont fournies: E.J. Hawn, Ph.D., station de recherches à Lethbridge (Alb.); C.B. Willis, Ph.D., station de recherches à Charlottetown (Î.-P.-É); W.B. Berkenkamp, Ph.D., station de recherches à Lacombe (Alb.); G.R. Webster, Ph.D., Département de pédologie, université de l'Alberta à Edmonton (Alb.); J.S. McKenzie, Ph.D., station de recherches à Beaverlodge (Alb.); H. Ukrainetz, C.H. Craig, J.D. Smith et R.E. Howarth, Ph.D., station de recherches à Saskatoon (Sask.); et L. Bordeleau, Ph.D., et C. Richard, Ph.D., station de recherches à Sainte-Foy (Québec). Plusieurs autres personnes ont aussi aimablement fourni des photos et leurs noms figurent dans les légendes. Les auteurs remercient tout spécialement R.E. Underwood pour sa collaboration technique et ses conseils en matière de photographie.

Publications connexes

Ashford, R. et Heinrichs, D.H., *Inoculation des légumineuses,* publication 1299 d'Agriculture Canada, 1966, 12 p.

Frosheiser, F.I., Munson, R.D., et Wilson, M.C., *Alfalfa analyst. An aid to identification of diseases, deficiencies and damage, and insects,* Certified Alfalfa Seed Council, 1972, 10 p.

Graham, J.H., Stuteville, D.L., Frosheiser, F.I., et Erwin, D.C., *A compendium of alfalfa (lucerne) diseases. 4th Compendium, APS Series of Compendia on Crop Diseases,* St. Paul (MN), American Phytopathological Society, 1979, 58 p.

Hanson, C.H., éditeur, *Alfalfa science and technology, Agronomy Monograph 15,* Madison (WI), American Society of Agronomy, 1972, 812 p.

Hardy, Maurice, et autres, *La culture de la luzerne au Québec,* Service de l'information, Agriculture Québec, (Québec), 1978, 48 p.

Johnson, W.E., Koturbash, L. et May, R.W., *Silage,* publication du ministère de l'Agriculture de la Saskatchewan, Regina (Sask.), 1971, 16 p.

Kitchen, H.B., éditeur, *Diagnostic techniques for soils and crops. Their value and use in estimating the fertility status of soils and nutritional requirements of crops,* Washington (DC), American Potash Institute, 1948, 308 p.